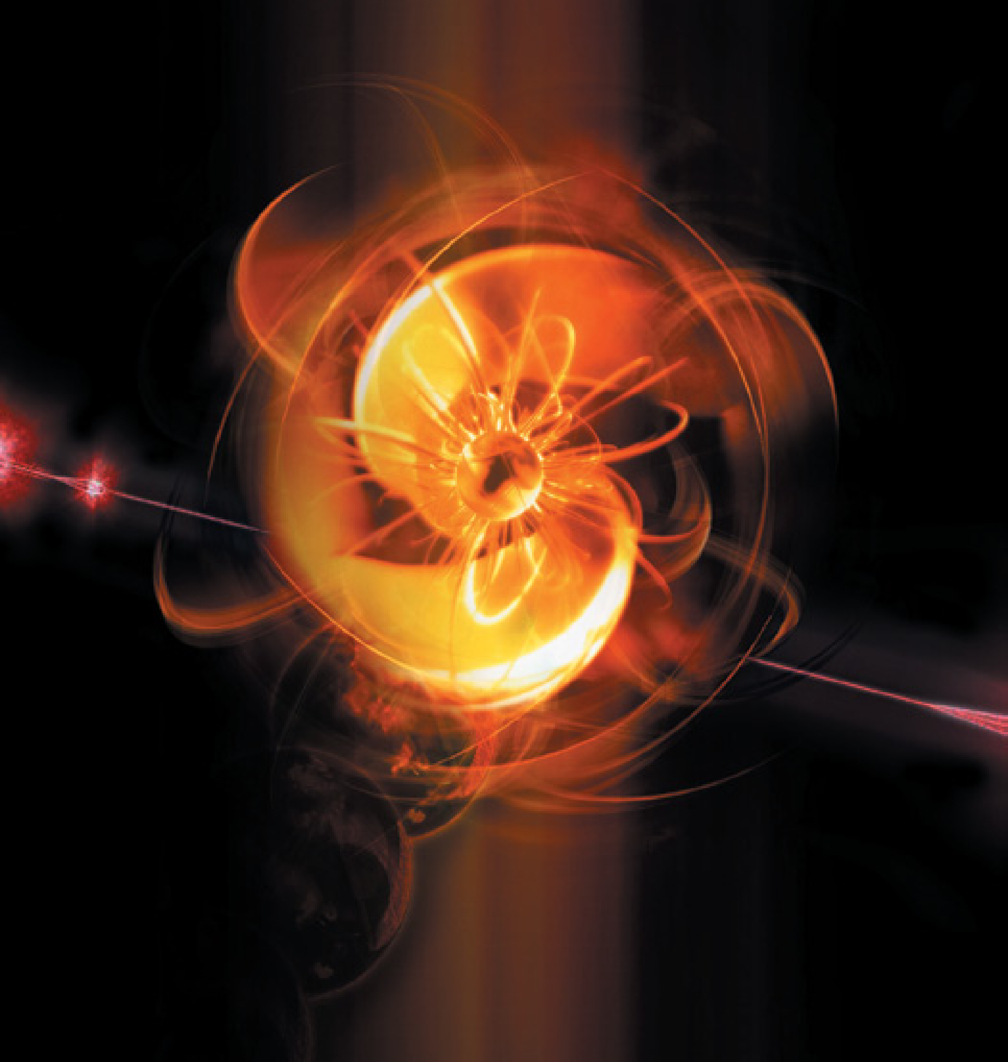
El Universo Que Somos



S.J. Abarca

EL UNIVERSO QUE SOMOS

La realidad es más extraña que la ficción



ISBN-978-9968-673-69-3
Versión Digital: 1.1

Sitios oficiales:
www.Qomputation.com
http://www.facebook.com/eluniversoquesomos
Email: sjaviercr@hotmail.com

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica recomienda la lectura de este libro.

Impreso en Costa Rica por Editorial SL. Hecho el depósito de ley.

Agradecimientos:

Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica por su ayuda a la difusión.
Gerardo Jiménez Arce, Miguel Arguedas, Federico Zamora y Santiago Núñez por sus revisiones.
Intertec International por su apoyo.
A mis amigos y amigas que han soportado incontables horas de charlas no solicitadas sobre el tema.
Y a la música que rige mi vida y es fuente inagotable de compañía e inspiración.

A mis padres Sixto y Eli

INDICE

CAPITULO 1

CAPITULO 2

CAPITULO 3

CAPITULO 4

CAPITULO 5

CAPITULO 6

PRÓLOGO

Cada siglo lleva una marca particular de los hechos que lo caracterizaron, su *Zeitgeist*. El siglo XVI, un renacimiento donde la imprenta y el enciclopedismo recopilaron el conocimiento acumulado en los milenios anteriores y permitieron su difusión. El siglo XVII, el inicio de la unificación de teorías acerca del mundo aprovechando los datos del siglo previo.

El siglo XVIII llevó a la práctica por primera vez, a través de la industrialización, todo el conocimiento para generar riqueza material. Durante el siglo XIX las preocupaciones se trasladaron hacia preguntas más profundas: ¿por qué es cierto algo? ¿Qué significa que algo lo sea? El siglo XX fue uno de revolución tecnológica y de especialización en cada una de los troncos sobre los que descansa el bosque de la ciencia.

¿Cuál será el Zeitgeist, la marca de los tiempos de nuestro siglo?

El bosque moderno de la ciencia tiene árboles extensos, con muchas ramas, muchas hojas y frutos que en apariencia nos parecen distintos. Cada vez es más frecuente encontrar expertos de disciplinas científicas provenientes de una rama común incapaces de comunicarse entre sí acerca de sus descubrimientos. Estas ramas, para poder observarlas, nos fuerzan a subir un tronco de conocimientos cada vez más alto antes de ver hojas y menos aún, frutos.

Mientras esto ocurre, la Internet ha transformado el acceso al conocimiento de tal forma que podemos -en principio- alcanzar cualquier hoja, pero no garantiza que podamos agruparlas para tener mayor conocimiento acerca de sus frutos. El saber no esta limitado ahora por la cantidad de información disponible, sino por la capacidad de discriminar su relevancia y validez.

La ciencia, al desnudar al mundo tal cual es violenta nuestros sentidos y nuestras expectativas. Violenta los sentidos en tanto nuestra intuición, moldeada a través de toda una historia evolutiva, no está equipada para lidiar con conceptos abstractos tales como universos paralelos o funciones de onda. Violenta nuestras expectativas porque continuamente nos fuerza a repensar acerca

de nuestra importancia, de nuestro lugar en el mundo consciente y de nuestra percepción de la belleza.

Los descubrimientos en biología conducen a pensar que la vida es en extremo algo valioso, algo único y especial. Por otra parte, la astrofísica y la cosmología nos dicen con claridad que somos todo, menos especiales, sino una mera fluctuación estadística del espacio cuyo tiempo de existencia es hasta insignificante en escalas de tiempo cosmológicas. ¿Cuál versión es la correcta? De una forma sorprendente, aprenderemos a través del recuento científico de esta obra que la información, una cantidad aparentemente abstracta, es un pilar de la composición del universo y que distingue a los lugares interesantes de aquellos que no lo son a través del cosmos.

Asimismo, desde las escalas más pequeñas que los átomos y más grandes que las galaxias, el intelecto humano aparenta ser único en el parche de universo que habitamos. La conciencia -el estar alertas acerca del entorno- y la autoconsciencia - estar alertas de que estamos alertas- acopladas con la memoria y el procesamiento de información, agrupadas en el fenómeno emergente llamado mente humana, constituye uno de los enigmas más difíciles de descifrar. Un sistema físico capaz de contener modelos cada vez más refinados del cosmos y de sí mismo.

Por último, y no menos importante, existe una división en la percepción de la belleza entre las artes y las ciencias. No pocos artistas en diferentes ramas ven a la ciencia con recelo, como un bloque de mármol frío y homogéneo sin atractivo. Muchos científicos también dan una mirada al arte como viendo a un hada frívola, efímera y que al desaparecer sólo fue alimento para los sentidos. A través de descripciones de descubrimientos de punta en la ciencia, el autor nos enseña que hay belleza en el conocimiento, una belleza extraña y poética que impacta en el concepto de quiénes somos y cómo percibimos el mundo.

La complejidad descrita en los aspectos anteriores refleja la necesidad de un cambio radical en la educación, y en la forma de entender y hacer ciencia. Y sobre todo de interpretarla a la luz de los hechos humanos de manera integral para que sea un vehículo de justicia social. Una educación que nos lleve a una multidisciplinariedad verdadera, donde las flores del bosque ya

abiertas se polinicen por efecto de muchos individuos capaces de tener un idioma común. Sobre todo, necesitamos una educación que lleve a la unificación de conceptos y mejores teorías integradas para empezar a comprender el ecosistema que el bosque de la ciencia es realmente. Sólo así cosecharemos frutos de riqueza insospechada para todos.

Este libro representa un viaje personal del autor a través de lo más reciente de conocimiento humano, escrito de una forma accesible y que nos llama internamente a reflexionar sobre el propósito y trascendencia de la vida y la existencia. Escrito por un costarricense, esta obra cumple con una labor esencial e popularización de la ciencia y de inspiración. Costa Rica necesita más que nunca de jóvenes que encuentren su vocación en el desarrollo científico y tecnológico para transformar al país en uno movido por el conocimiento. Asimismo, todo aquel que lea este libro ejercitará su imaginación y aprenderá que también la ciencia puede ser entretenida, hermosa e inspiradora.

El siglo XXI estará sin duda marcado por tres preguntas clave que involucran física, biología, computación y ciencia sociales: ¿por qué existimos? ¿qué es la vida? y ¿qué es la conciencia? Sin tomar la postura de Hegel acerca de la repetición de la historia, nos encontramos en un punto crítico donde nuevamente necesitamos unificación de conceptos bajo nuevas herramientas, nuevas ideas y nuevos modelos.

El *Zeitgeist* de este siglo será un nuevo renacimiento, uno modificado por el acceso al conocimiento sin barreras de tiempo ni espacio. Y este libró sin duda es uno de los primeros reflejos de su amanecer.

Santiago Núñez Corrales
Director de Tecnologías Digitales
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones
Miembro fundador, Fundación Pro Energías Renovables (FUPER)

PREFACIO

“Me atrevo a hacer todo lo que pueda un hombre, quien se atreva a más...es ninguno.”
Macbeth (acto I escena VII)

Cuando se le pregunta a un filósofo ¿qué es la realidad? por lo general este responde con alguna astuta idea filosófica sobre la vida, y si le preguntamos a un cura o pastor religioso este contesta basado en su religión, para el sociólogo y el siquiatra la realidad depende de factores intrínsecamente humanos y para los científicos hay fórmulas, leyes y teorías sobre qué es la realidad. Pero la realidad no puede ser definida por un solo grupo especializado, para entender -o al menos tratar de entender- la realidad de las cosas y de la vida necesitamos ser un poco de todo, un poco filósofos, religiosos, sociólogos, sicólogos, científicos y hasta un poco locos.

Este libro brinda un repaso por novedosas ideas de muchos campos como astronomía, física, neurología, biología y sociología. Las ideas y teorías que expongo están entrelazadas, todas son piezas de un enorme rompecabezas que pareciera no tener final pero que poco a poco, gracias a nuevos descubrimientos, va tomando la forma de la realidad de nuestras vidas y nuestra naturaleza.

Algunos temas son complicados, otros curiosos, algunos muy extraños pero todos tienen algo que ver con la manera en que percibimos la realidad donde vivimos nuestras vidas. Prometo que este será un viaje muy interesante, pues exploraremos las cosas materiales y las no materiales a los extremos. Desde el comportamiento de las cosas más pequeñas que existen, hasta las colosales galaxias del universo, y aunque pueda ser un viaje escabroso en ocasiones, aun así será uno muy entretenido y enriquecedor de conocimiento.

Resumo en estas pocas páginas cientos de libros, de charlas, de documentales, de experimentos y teorías que he analizado en los últimos diez años de insaciable curiosidad, reconozco que esa parte ha sido la más fácil, pues la parte difícil la tuvieron todos los

científicos, pensadores y aventureros que arriesgaron o dieron su vida, familia, reputación y dinero por indagar la naturaleza de las cosas y de los mecanismos del universo, gracias a ellos, los que fueron y los que son, nuestro panorama de la vida en general ha cambiado radicalmente en apenas 200 años. Cada capítulo nos dará piezas nuevas en el rompecabezas de descifrar qué es la realidad.

Este libro no es sobre filosofía (con algunas salvedades aclaradas de ante mano) sino sobre ciencia y es con este enfoque que veremos qué somos (de qué estamos hechos), dónde somos (nuestro lugar en el universo), cuándo somos (el extraño comportamiento del tiempo), por qué somos (el origen de la consciencia) y quienes somos (nuestra realidad social).

Descubrir las bases de nuestra naturaleza y nuestro lugar en el universo es -aunque bastante pretencioso- el objetivo final. Algo que se han preguntado todas las 100 mil millones de personas que han caminado por este planeta antes que nosotros[1], y que gracias a nuevas teorías científicas hoy podemos definir y probar que estamos cada vez más cerca de descubrir que hay realmente ahí afuera y por qué somos lo que somos.

Veremos como la realidad puede ser más extraña que la ciencia ficción de la mano de las máquinas más costosas construidas por el hombre y de las mentes de los mejores científicos contemporáneos.

Emprendamos este viaje hacia la verdad, hagamos maletas para irnos de nosotros mismos y veamos si el color rojo es en realidad rojo, si nuestro universo es el único universo, si estamos vivos o somos zombis controlados por parásitos, si el tiempo hace tic-tac, si escogemos nuestros amigos o ellos nos escogen a nosotros, si tenemos clones en otros universos, si somos controlados por computadoras, si la respuesta al significado de la vida puede ser más extraño que el *País de las Maravillas* y si estar conscientes puede solo ser el resultado de una poderosa droga que tomamos todos los días sin saberlo.

Este será un viaje lleno de curiosidades donde terminaremos tratando de armar el rompecabezas del universo y la vida misma para finalmente definir qué significa estar vivos.

CAPITULO 1
De qué estamos hechos

La ciencia, y por tanto la comunidad científica, no ha dejado de preguntarse de qué están hechas las cosas y cómo funcionan. Es gracias a este entendimiento que podemos hoy en día conocer sobre temas tan complejos como el origen del universo, la vida y el pensamiento que nos hace auto-definirnos humanos.

Saber de qué están hechas las cosas es un lujo, uno que incluso le ha costado la vida a muchas personas y que de paso nos ha llevado a inventar máquinas y medicinas que nos ayudan a vivir mejor nuestras vidas. En ese proceso de prueba y error algo asombroso ocurrió hace menos de 100 años, cuando en esa búsqueda se descubrió que al nivel más fundamental, es decir al nivel de los ingredientes más pequeños de los que estamos hechos, hay algo asombroso y extraño, algo que empieza a definir que la realidad de lo que somos en su nivel más fundamental no es como la pensábamos.

Todos los días salimos a vivir nuestras vidas y a pelear la dura batalla de estar vivos. En estas luchas rutinarias rara vez nos detenemos para preguntamos por qué las cosas, las personas y todo existe en primer lugar. Es normal no preguntarnos por qué todo está aquí, y al menos que trabajemos en algún campo donde el estudio de la composición de las cosas sea la norma -como la medicina, la biología o la química- pensar en porqué las cosas son como son es algo que por lo general no hacemos.

Es justamente en este hecho de preguntar por qué las cosas existen, donde inicia nuestro viaje hacia descubrirnos a nosotros mismos y nuestro lugar en el universo.

La primera tarea es destruir todo en las partes más pequeñas posibles para averiguar así de qué están hechas las cosas.

Este capítulo contiene algunos conceptos y términos un poco técnicos, trataré de mantenerme al margen de no brindar explicaciones matemáticas pues son los conceptos generales los que interesa explorar y no su funcionamiento en detalle.

Los 118 Fantásticos

Algunas civilizaciones antiguas, como la griega, tenían la idea de que todo estaba hecho de solamente 4 “elementos”: agua, aire, tierra y fuego.

A diferencia de los griegos hoy sabemos que el asunto no es tan sencillo ni elegante, pues estamos hechos de muchísimas otras cosas, aunque es interesante dejar volar la imaginación y pensar que si los griegos tuvieran la razón algunas personas hechas de esos “elementos” serían como los personajes del comic *Los 4 Fantásticos*, donde uno de los superhéroes es elástico (como el agua), otro invisible (como el aire), otro sólido y fuerte (como la tierra) y otro es coincidentemente, hecho de fuego. Como no existen este tipo de personas veamos de qué estamos realmente hechos.

El asunto es relativamente sencillo: existen los elementos químicos (no en el sentido como lo pensaban los griegos claro) como el hierro, oxígeno, cobre, sodio, oro, carbón, nitrógeno, y otros muchos. Algunos de estos son metales, otros gases, algunos son abundantes, otros raros y algunos son creados artificialmente. En total son 118 fantásticos elementos los que existen (Nota 1). Estos elementos se clasifican de acuerdo a su peso atómico y otras particularidades en la bien conocida *Tabla Periódica de los Elementos*, la misma que probablemente adornó alguna de sus juveniles habitaciones, lo acompañó en exámenes de química colegiales o estuvo fijada a la pared en la esquina de algún aula donde estudió.

El repaso químico será breve: cuando varios de esos elementos se mezclan se crean compuestos, estos a su vez se mezclan y crean moléculas, esas moléculas pueden eventualmente crear organismos complejos como células, que luego se agrupan para conformar órganos que últimamente forman seres vivos complejos como los animales y claro, como usted y yo.

Este es el juego de la química donde elementos sencillos y pequeños se combinan para dar paso a cosas mucho más complejas. Es decir que de cosas sencillas surgen cosas complicadas, por ejemplo un sencillo y diminuto espermatozoide juguetón e invisible al ojo humano de su padre se juntó con un

minúsculo óvulo en el útero de su madre y tan solo 9 meses después usted vio la luz del día en este mundo portando un cuerpo lleno de órganos complejos con miles de millones de células complejas trabajando al unísono para mantenerlo vivo y creciendo.

Desde hace unos cuantos siglos atrás ya se sabía de la existencia de los elementos químicos, ciertamente no de todos ellos ni de sus propiedades completas, pero se sabía que existían y algo de su funcionamiento básico. Ese conocimiento básico era lo único posible de comprender con la tecnología de los alquimistas de aquél entonces (muchos perdieron la vida en experimentos probando combinaciones nuevas) y quizás era lo único necesario para definir científicamente de qué estaban hechas todas las cosas en aquél entonces.

Poco a poco los científicos siguieron experimentando y haciéndose preguntas que iban mucho más allá de una lista de unos 100 elementos químicos y en determinado momento era evidente que estos elementos debían a su vez estar hechos de otras cosas, y así se llegó a descubrir un ingrediente más pequeño de todo: el átomo.

De momento no hay nada nuevo en esta historia, es la misma que nos enseñaron en el colegio, pero en los últimos años muchas cosas han cambiado y lo que se ha descubierto es realmente asombroso.

El átomo

Siempre me hace gracia cuando alguien me recomienda algún producto saludable aludiendo que “no tiene químicos”, nada más lejano de la verdad pues, ¡todo está hecho de químicos!

Los elementos químicos de los que estamos hechos nosotros y todo a nuestro alrededor (incluyendo productos saludables) están hechos de átomos. Por definición esto nos convierte en una enorme masa de átomos.

Lamentablemente no puedo incluir una foto de un átomo pues son increíblemente pequeños, no los podemos ver ni con el microscopio de lentes más potente que existe. Un átomo es tan

pequeño que para dar alguna referencia de su tamaño considere que el punto de tinta al final de esta frase contiene más de 100 millones de átomos→.

Haciendo un corto pero necesario repaso académico recordemos que a mediados del siglo XIX el químico y físico inglés John Dalton sentó las bases del modelo atómico definiendo a los elementos como hechos de átomos indivisibles, un concepto luego descartado a finales del mismo siglo con el descubrimiento del electrón.

Luego a principios del siglo XX los científicos físicos Ernest Rutherford y Niels Bohr propusieron un modelo del átomo donde se entendía compuesto por otras partículas increíblemente pequeñas y con propiedades como carga y peso. Unas de estas fueron llamadas electrones (con carga -), los cuales giran alrededor de un núcleo compuesto por otras partículas llamadas protones (con carga +) y neutrones (con carga neutra). Rutherford propuso un modelo similar al de los planetas girando alrededor del sol. Bohr expandió el modelo definiendo una cierta cantidad de órbitas circulares permitidas y de un tamaño específico (mejor definidos como estados energéticos), donde solo cierta cantidad de electrones por órbita eran permitidos.

La energía de las partículas en este modelo vendría en pequeños paquetes energéticos de tamaños específicos llamados *Cuanta*, término de donde deriva "*Física Cuántica"*.

Átomos y elementos químicos son caras de una misma moneda.

Dependiendo de la cantidad, disposición y otros factores de las partículas de un átomo, este pasa a constituir la unidad elemental de un elemento químico. Por ejemplo el hidrógeno (un componente del agua) es un elemento hecho por solamente 1 átomo que tiene 1 partícula electrón (-), como los átomos son de carga neutra existe también en el hidrógeno 1 partícula protón (+) en su núcleo para estabilizarlo. Al tener solo 1 protón, el hidrógeno elegantemente se ubica en el puesto #1 de la Tabla Periódica de los Elementos. Esto es así para todos los átomos neutros ya estos tienen la misma cantidad de electrones y de protones y esa cantidad indica su puesto en la Tabla Periódica. Por ejemplo el elemento químico cobalto (símbolo *Co*) es un átomo que tiene 27 protones y 27 electrones y que por tanto se ubica en el lugar #27 de la Tabla Periódica.

Nótese que las partículas de los átomos son todas iguales sin importar el elemento químico al que correspondan, por ejemplo no existen electrones de oxígeno y electrones de sodio, los electrones –o cualquier otra partícula- son las mismas siempre pero en átomos con configuraciones diferentes.

Cuando los átomos se juntan de maneras particulares -omito los detalles adrede- se crean compuestos más complejos. Por ejemplo, un compuesto particular de 2 átomos de hidrógeno (H) y 1 de oxígeno (O) crean una molécula de agua, la famosa fórmula H_2O. El agua es un compuesto sumamente común en la tierra y en nuestros mismos cuerpos, aunque bastante rara de encontrar en su forma líquida en otros planetas donde los compuestos comunes son otros tipo gases o metales (planetas como Júpiter y Saturno son enormes bolas de gases). El agua, al igual que todo, está hecha de elementos químicos, es decir, de átomos.

El punto de este corto repaso químico es sencillo: todo está hecho de átomos, incluidos nosotros.

Los humanos tenemos órganos que conforman sistemas como el sistema respiratorio, nervioso, digestivo, etc. Esos órganos están hechos por grupos de células, que están hechas por grupos de moléculas, que están hechas de compuestos hechos por elementos que están hechos de átomos, que a su vez están hechos de otros componentes más pequeños: partículas, de las cuales he mencionado de momento algunas de ellas como los electrones, protones y neutrones.

Aquí es donde a los libros de texto colegiales les falta una nota clave a pie de página, pues iniciando el siglo XX aquél novedoso modelo atómico proponía indirectamente que el átomo tenía un tipo de comportamiento extraño, pues en ese modelo los electrones “brincan” instantáneamente de órbita a órbita (de diferentes niveles energéticos) sin cruzar nunca por el espacio entre ellas, es decir desaparecen y reaparecen en otro lado (Nota 2), y con esto las cosas dentro del átomo se empezaron a poner por falta de una mejor palabra, “raras”.

Admito que “raro” es un término muy informal, muy a la ligera, bien quisiera echar mano de algún otro, como “extraño”, pero extraño es algo que se comporta inusualmente y en el caso del comportamiento de los componentes del átomo -como veremos

luego- algunas cosas son “raras” no solo por ser inusuales, sino por no tener sentido.

Antes de adentrar en el tema de este comportamiento del átomo “sin sentido” será necesario saltar algunas barreras; unas matemáticas y otras conceptuales, pero por el momento una pregunta para tener anotada en la esquina es: ¿Cómo podemos darle sentido a lo que somos si estamos hechos de cosas que se comportan “raro”?

No recuerdo que ninguno de mis antiguos profesores de biología, química, física, sicología, filosofía, matemática -ni menos aún de religión- me dijera que relación había entre el átomo, la realidad, la consciencia y últimamente lo que significa estar vivo.

Este es uno de los objetivos de este libro, ver qué relación (una oculta y misteriosa como veremos) hay entre todo esto de elementos, átomos y nuestras vidas. Gracias a muchos avances modernos ahora podemos llenar muchos espacios en blanco que tuvieron los pensadores del pasado y podemos conectar los puntos para ver la imagen de nosotros mismos que se forma en el canvas de la realidad.

El breve espacio en que no estás

Mencioné que el átomo está hecho de partículas como el electrón y el protón, lo cierto es que hay muchas otras partículas en los átomos y aparte de ellas hay otro componente que es de hecho el más común dentro del átomo: espacio vacío.

Hay mucho espacio vacío entre algunas partículas del átomo. Para dar algún tipo de escala supongamos que varios electrones que giran alrededor del núcleo del átomo (Nota 3) fuesen similares a pelotas de fútbol circulando una fuente de agua, en esta escala la primer pelota de fútbol que circula la fuente estaría a unos 10 kilómetros de distancia y las siguientes pelotas que la circulen estarían mucho más lejos aún, esa es la enorme distancia que existe entre los electrones de un átomo.

El protón es la partícula con mayor masa del átomo y esta contiene un 90% de espacio vacío. De hecho el protón no es una

partícula fundamental pues está hecho de otras sub partículas llamadas quarks, y es del espacio vacío entre estos quarks de donde proviene la mayoría de su masa. Como los protones y los neutrones (estos dos componen el núcleo del átomo) son las partículas predominantes en nuestros cuerpos esto significa que la mayoría de nuestra masa proviene no de la masa de estas partículas sino ¡del espacio vacío que poseen!

Aquellos un poco más curiosos ya se habrán formulado en sus cabezas la pregunta inferida en el párrafo anterior: ¿por qué si dentro del átomo casi todo es espacio vacío y todo está hecho de átomos no podemos ver a través de las cosas o cruzar paredes sólidas como si fuésemos superhéroes fantásticos? La respuesta es porque en ese espacio aparentemente vacío es en donde actúan una serie de fuerzas que, entre otras cosas, mantienen al átomo junto.

Es un espacio vacío pero lleno de fuerzas.

La acción de esas fuerzas es lo que hace difícil partir de un golpe una barra de hierro, pero menos difícil partir una de aluminio y aún menos difícil una de mantequilla. Esto se debe en parte a las diferentes fuerzas que se trabajan entre los átomos de distintos materiales y al estado de la materia de esos materiales. Por ejemplo es más difícil atravesar un trozo de hielo (estado sólido) que un poco de agua líquida (estado líquido) y es más fácil atravesar vapor que agua (estado gaseoso) que agua líquida.

Pronto saldremos de lo académico para empezar a atar los cabos entre la relación que existe entre los átomos, el universo y nuestras vidas. No se preocupe por memorizar los nombres o por entender a cabalidad las propiedades de todas las partículas del átomo, el objetivo de este capítulo introductorio es facilitar la comprensión de otros temas más trascendentales que se desarrollarán más adelante.

El zoológico atómico

"El diablo está en los detalles" -Adagio

Avances tecnológicos y equipo especializado en el estudio de átomos como los aceleradores de partículas (Nota 4) nos han dado

una mejor visión de qué más hay dentro de un átomo. Gracias en parte a esto ahora tenemos un modelo atómico diferente al de Rutherford y Bohr de principios de siglo. En el nuevo modelo atómico existen muchas otras partículas y fuerzas dentro del átomo, algunas de ellas descubiertas muy recientemente.

La ilustración 1 muestra en una manera ordenada y más sencilla de comprender las partículas fundamentales (es decir que no están hechas de otras partículas) del átomo en el actual *Modelo Estándar de Partículas*.

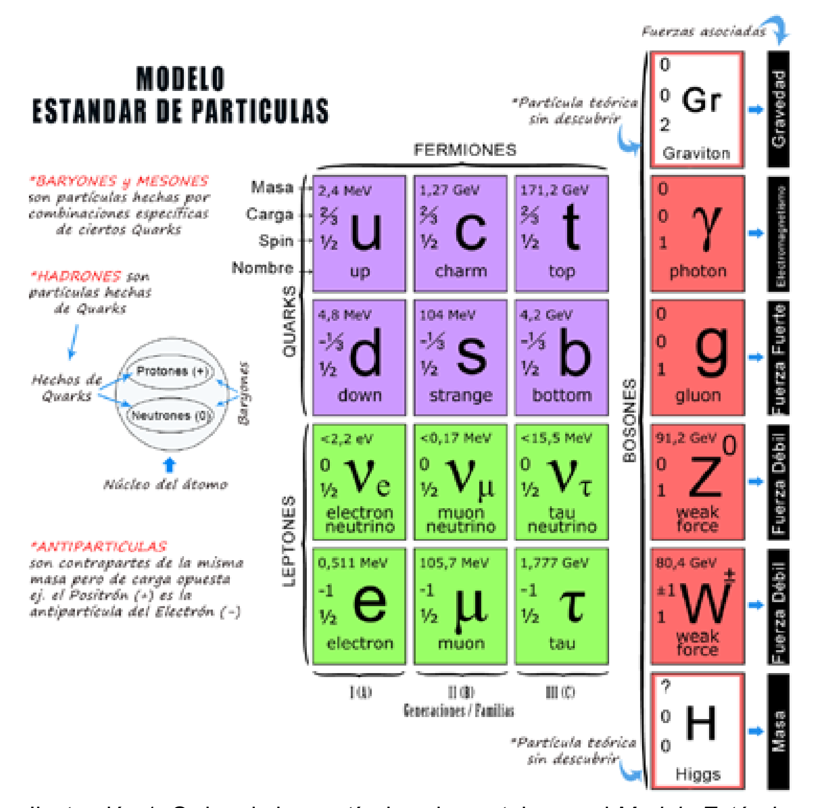


Ilustración 1: Orden de las partículas elementales en el *Modelo Estándar de Partículas* de 3 generaciones (A-B-C)

El protón y el neutrón son las partículas que conforman el núcleo del átomo y están compuestas por otras partículas llamadas quarks. Hay 6 tipos de quarks siendo los más comunes el quark arriba (UP) y el quark abajo (DOWN), los otros 4 quarks tienen nombres singulares: superior (TOP), inferior (BOTTOM), encantador (CHARM) y extraño (STRANGE). A las partículas hechas de quarks se les llama hadrones, por tanto el protón y el neutrón son de la familia de los Hadrones (Baryones para ser más preciso). Los quarks también constituyen otras partículas como los mesones.

Existen también 6 partículas llamadas leptones, de las cuales la más común es el bastante nombrado electrón. Las otras son el electrón neutrino, el muón neutrino, el tau neutrino, el tau y el muón; estos dos últimos son muy similares al electrón pero son más pesados.

Las fuerzas que actúan sobre estas partículas (las que evitan que pasemos a través de las paredes o que al sentarnos atravesemos la silla cayendo al suelo) son llamadas bosones y cada una de estas fuerzas tiene una partícula asociada:

-El fotón es la partícula asociada a la fuerza del electromagnetismo. El fotón también es la partícula de la luz y como veremos más adelante están siempre en movimiento a una velocidad constante llamada la *velocidad de la luz*.

-El gluón es llamada la *“fuerza fuerte*” que mantiene juntos los quarks en el núcleo (Nota 5)

-Las partículas Z y W son las asociadas a la “*fuerza débil*” responsables por el decaimiento de la radiación nuclear.

-El gravitón y el Higgs son partículas que están predichas en teoría pero que no se han detectado (Nota 6), de estas hablaremos en la próxima sección.

Aunque no hay una cuenta definitiva, a partir de las partículas elementales se crean unas 200 subpartículas atómicas, hay tantas partículas que el conjunto es usualmente referido entre los físicos atómicos como el “zoológico de partículas”.



Ilustración 2: Muñecos de peluche simbolizando las partículas del átomo. A la venta en www.particlezoo.net

La partícula de Dios

Seguramente habrá oído sobre esta partícula, incluso quizá algunos se preguntaron "¿y si <u>todo</u> está hecho de partículas, está Dios también hecho de ellas?"

Aunque ya se han encontrado muchas partículas, este "zoológico" atómico sigue con algunas jaulas vacías, pues hay partículas que han sido predichas en modelos teóricos pero que no se han podido encontrar mediante experimentos, esto en parte llevó en 1998 a la construcción de la máquina más compleja, más grande y más cara jamás construida por el hombre: el Acelerador de Partículas LHC (Large Hadron Collider) de Suiza, un enorme aparato que estuvo 10 años en construcción, tiene forma circular de 27 kilómetros de largo y costó 9 mil millones de dólares. Esta máquina no es la primera en su tipo, pero si es mucho más potente que sus predecesoras y se espera que tenga la energía necesaria para encontrar la partícula más evasiva y famosa de todas, la llamada "partícula de Dios".

El nombre de esta partícula es en realidad el Bosón Higgs (Nota 6), nombrada así por el científico Peter Higgs que teóricamente la propuso en 1964, pero la prensa y un famoso libro de física de partículas llamado "La partícula de Dios: si el universo es la respuesta, cuál es la pregunta?" la bautizaron de tan inusual manera, en parte porque es una pieza muy importante que falta en el modelo atómico pues sería la responsable de darle masa a las otras partículas y porque ha sido muy difícil probar su existencia. (Nota 7)

Otras partículas -menos "divinas"- también se esperan encontrar gracias a este nuevo acelerador de partículas LHC, una de ellas en especial es el Bosón Gravitón, la partícula asociada con la transmisión de la fuerza de gravedad (esta es la fuerza más débil de todas en el átomo).

Asociar las propiedades de gravedad de los átomos con las de objetos más grandes como planetas sigue siendo un reto de la ciencia moderna, quizá el descubrimiento de esta "partícula de Dios" ayude a finalmente encontrar una teoría unificadora de los modelos físicos atómicos y clásicos que se encuentran de momento separados en sus bases fundamentales.

De momento si Dios está hecho de partículas, esta es una que le falta.



Ilustración 3: Colisión de dos protones que generan bosones de Higgs con datos simulados para el acelerador de partículas CMS del Large Hadron Collider (LHC) en CERN, Suiza. (Fuente: wikimedia.org)

Procedencia de los átomos

Muy brevemente hemos repasado qué somos desde un punto de vista meramente basado en nuestra composición biológica y química. Hemos visto que en la menor de las escalas somos una colección de miles de millones de billones de partículas que hacen átomos. Pero ¿de dónde salieron todos esos átomos y sus partículas?

¿De dónde vino todo esto que compone nuestros cuerpos y pensamientos?

La teoría ampliamente aceptada que existe sobre el origen de los átomos es la *Teoría del Big Bang*. Nótese que el hecho de que aún se le llame “teoría” es porque sigue sujeta a cambios o a que alguna otra teoría mejor fundada la remplace. Sin embargo el Big Bang ha probado por casi 100 años ser cada vez una teoría más sólida, esto gracias a experimentos en la tierra y en el espacio exterior, observaciones astronómicas, predicciones convertidas en hechos en experimentos y datos de nuevos satélites como el COBE y WMAP de la NASA (sobre todo esto detallaré más adelante cuando analizaremos cómo el Big Bang resuelve muchas preguntas y a la vez sugiere muchas cosas extrañas del universo).

Aunque es un concepto difícil de comprender, la teoría del Big Bang estipula que hace 13.8 billones de años todo lo que

existe en el universo estuvo comprimido en un minúsculo punto, más pequeño que una partícula atómica, y que este explotó violentamente desencadenando una serie de procesos que dispersaron energía y materia creando así nuestro universo.

Los átomos más simples son el hidrógeno (solo tiene 1 protón y 1 electrón) y el helio, ambos son los elementos más comunes en el universo y la teoría indica que se formaron en el Big Bang en un proceso llamado "*Hot Big Bang Nucleosynthesis*" (Nota 8). El hidrógeno luego de millones de años de compactación por la fuerza de gravedad, se fusionó en helio creando así las estrellas.

Las estrellas abundan en el universo y son los laboratorios naturales donde se crean otros elementos, pues cuando agotan su energía y si son lo suficientemente grandes, mueren en una explosión gigante llamada Supernova. Esta poderosa explosión estelar da paso a un proceso llamado *Triple Alfa* o *Nucleosíntesis Estelar,* en este proceso los átomos de hidrógeno y de helio (curiosamente la palabra h*elio* proviene del griego *helios* que significa "Sol") se convierten en otros elementos incluyendo oxígeno y carbono. Estos dos últimos elementos a su vez son los principales componentes de nosotros los seres humanos, pues alrededor de un 65% de oxígeno y un 18% de carbono componen nuestro cuerpo. Si alguna vez ha oído la frase que "somos polvo de estrellas", esta es la razón, nuestros principales ingredientes vienen de las estrellas.

Curiosamente y de una manera muy romántica, en una galaxia promedio hay aproximadamente una estrella por cada persona que ha vivido en la Tierra.

Si alguna vez soñó con ser una "súper estrella", felicidades, desde este punto de vista ya lo es.

De átomos a personas

“Estamos aquí porque el planeta no sabe hacer plástico.”
– George Carlin, comediante.

En adelante las referencias químicas serán pocas, el punto a tener presente es que hoy conocemos mejor que nunca los mecanismos naturales que el universo utiliza para crear elementos químicos a partir de átomos. Nuestra siguiente escala es entender cómo de estos elementos podemos surgir nosotros y los otros seres con vida del planeta.

Hasta hace unos 300 años una idea común y aceptada sobre cómo aparecía la vida era que esta se creaba espontáneamente, como por arte de magia. Se creía que animales muertos generaban gusanos, comida en descomposición creaba cucarachas, trapos sucios creaban ratones y así por el estilo. Fue gracias a científicos como Louis Pasteur (uno de los fundadores de la microbiología y del proceso de la pasteurización usada en los lácteos para reducir la cantidad de microbios) que mitos como estos fueron quedado atrás, y que hoy tenemos suficiente conocimiento para poder definir el proceso del surgimiento de la vida en nuestro planeta con veracidad, dichosamente no hay más magia involucrada en el proceso que ahora se conoce como *Abiogénesis*.

Nuestra historia empieza hace unos 5 mil millones de años cuando nuestro Sistema Solar empezó a formarse, la fuerza de la gravedad hizo que cúmulos de polvo (vestigios de la explosión del Big Bang) se unieran formando rocas y estas eventualmente formaron nuestro redondo planeta que en ese momento era uno de al menos otros 100 planetas y estructuras que se formaron similarmente orbitando nuestro sol. En sus inicios la Tierra era un lugar caótico y cambiante. Contenía solamente dióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua; el agua es reconocida como el compuesto fundamental para la vida como la conocemos.

En aquél momento el joven planeta Tierra no contaba con una atmósfera que detuviera la lluvia de asteroides y cometas provenientes del espacio exterior y así millones de asteroides impactaron la tierra por millones de años sin parar. Algunos de estos cargaban pequeñas cantidades de agua en su interior

(proveniente de procesos causados por formaciones de estrellas) que se fueron depositando hasta crear los mares. Es curioso que la gran mayoría del agua de nuestros océanos (de donde surgió la vida eventualmente) tiene miles de millones de años y viajó millones de kilómetros en el espacio para llegar aquí.

Sin el agua la vida como la conocemos no sería posible, pues es un compuesto catalizador de vida ya que en su estado líquido los átomos forman moléculas con mayor facilidad, en otros estados como el gaseoso, estos se moverían demasiado rápido y en estados sólidos estarían muy apretados. Esta es una de las razones por las que hay costosas misiones espaciales buscando agua en otros planetas y sus lunas, ya que esto sería un indicador de condiciones favorables para el surgimiento de vida pasada, actual o futura en ellos. (Nota 9)

La Tierra en ese momento sigue siendo estéril, sin formas de vida por millones de años. Así continuó su proceso de formación pasando por drásticos cambios de temperatura, de atmósfera y de condiciones químicas, y aunque ya tenía agua aún le faltaba otro ingrediente básico en todas las formas de vida: los aminoácidos. Los aminoácidos son los componentes primordiales de las proteínas y estas son la base de nuestro ADN (siglas de Acido DesoxirriboNucleico, descubierto en 1953) el cual lleva nuestro código genético. El ADN es indispensable para la vida como la conocemos porque es el portador biológico de las instrucciones sobre cómo hacer un ser vivo determinado.

La teoría más aceptada de momento sobre el origen en la Tierra de este importante componente se llama *Panspermia* (Nota 10) e indica que minerales como carbono y proteínas sencillas hechas de aminoácidos vinieron de asteroides que chocaron con la Tierra. Una evidencia del funcionamiento de la Panspermia apareció en 1996, cuando se reportó que un pequeño asteroide (nombrado ALH84001) proveniente de Marte, contenía evidencia de fósiles microscópicos de bacterias, y aunque esto fue un gran avance en la teoría hay que considerar que es también probable que la joven Tierra intercambiara componentes químicos con Marte en las primeras etapas de formación de ambos planetas, donde hubo un intercambio de materiales causado por golpes de meteoritos mucho más grandes.

Reforzando aún más la teoría de Panspermia que enuncia que los componentes básicos de vida provinieron del espacio exterior por medio de asteroides, hay otro reciente descubrimiento. A finales de Octubre del 2011 astrónomos publicaron en el periódico internacional Nature Journal que materia orgánica compleja existe a través del universo[3.] Dicha materia consiste de un compuesto complejo cuya estructura se asemeja a la del carbón y el petróleo (las protocélulas creadas en laboratorio -de las cuales hablaremos más adelante- son basadas en este tipo de sustancias).Estos compuestos hasta ahora se creían un producto exclusivo de remanentes de seres vivos, pero el descubrimiento muestra que estos compuestos complejos provienen también de la explosión de estrellas, que como vimos anteriormente, funcionan como los gigantes laboratorios de elementos químicos del universo.

Otra teoría sobre el origen de los aminoácidos, es que estos se pudieron producir naturalmente en la antigua Tierra por medio de procesos químicos. Respaldando esta teoría existe un experimento llevado a cabo hace 60 años, donde los científicos químicos Stanley Miller y Harold Urey crearon aminoácidos en un laboratorio al disparar chispas creadas por arcos de altos voltajes (simulando así las tormentas eléctricas que sacudían la Tierra sin cesar hace millones de años) a través de una atmósfera simulada de metano, amoniaco, hidrógeno y agua (una composición similar a la atmósfera de la Tierra en sus inicios).

Estos aminoácidos generados en laboratorio por Miller-Urey pudieron haberse unido para formar una antigua versión de ADN: el ARN (siglas de Ácido Ribonucleico), el cual es más sencillo y está compuesto por una sola hélice/hebra de moléculas y no por dos como el ADN. El problema con esta teoría es que el ARN no muta ni se duplica como el ADN, sin embargo en 1989 otros experimentos probaron que el ARN puede auto replicarse de algunas maneras químicamente.

Lo cierto es que sea de asteroides, del espacio o de procesos químicos normales, de esta llamada “sopa química primitiva” de minerales, surgió el ARN y luego el ADN (varias teorías existen sobre esta transformación a replicadores moleculares). Gracias a esta “sopa” y a millones de años de evolución y adaptación es que se desarrollaron las primeras bacterias unicelulares, estas fueron las primeras formas de vida en la Tierra (entendiendo vida como organismos que se replican y evolucionan para sobrevivir y dar

paso a generaciones siguientes de su especie).Estas bacterias que surgieron hace unos 4 mil millones de años, se alimentaron generando su propio alimento mediante el conocido proceso de fotosíntesis que transforma el dióxido de carbono y el agua en glucosa por medio de la luz del Sol.

Un residuo de este proceso de fotosíntesis es la liberación de oxígeno, este proceso de producción de oxígeno se inició hace unos 2.5 billones de años y es tan efectivo que sigue siendo repetido por las plantas actuales, es gracias a esto que tenemos ahora una atmósfera cargada del oxígeno que respiramos los seres humanos.

En ese punto la Tierra tuvo los primeros compuestos químicos complejos y formas de vida simple. Sus condiciones hicieron que la aparición de otras formas de vida más complejas sea desde ese momento un proceso imparable y todo tipo de formas de vida empezaron a desarrollarse y a cambiar. Las formas de vida se adaptan a nuevos ambientes y para sobrevivir cambian muy lentamente transformándose de bacterias a peces, de peces a anfibios, de anfibios a reptiles y luego por medio de esenciales adaptaciones evolutivas aparecen aves, insectos, dinosaurios y mamíferos.

Es generalmente aceptado que todas las especies provienen de un ancestro común. Entre estas criaturas hace 47 millones de años[4] aparece el ancestro mamífero del ser humano más antiguo del que se ha podido encontrar fósiles. Era un mamífero parecido a los lémures actuales el cual se desarrolló y evolucionó con mucho éxito tomando ventaja de su nuevo ambiente y de los nichos vacíos de los extintos dinosaurios que murieron en forma masiva por el choque de un enorme asteroide en lo que hoy es la Península de Yucatán hace 65 millones de años. Dichos dinosaurios reinaron la Tierra por largos 165 millones de años.

El famoso naturalista inglés Charles Darwin en su famosa *Teoría de la Evolución por Selección Natural* de 1859 (la cual detallaremos más adelante), explica cómo este mamífero prehistórico (aunque en su momento desconocido para Darwin) evolucionó pasando por formas más similares a las de primates y monos actuales en un proceso de selección natural (y de mutación aleatoria de genes de lo cual sabemos más hoy en día), hasta llegar hace unos 200.000 años a conformar la especie Homo Sapiens, es

decir nuestra especie, la de los humanos racionales (Nota 11) como usted y yo.

Esta es muy brevemente la historia de cómo de diminutos átomos y una serie de procesos que ocurren naturalmente durante miles de millones de años, hacen aparecer formas de vida tan complejas como los seres humanos; esta es la historia contada por las mejores teorías científicas que existen de momento sobre cómo nosotros llegamos aquí.

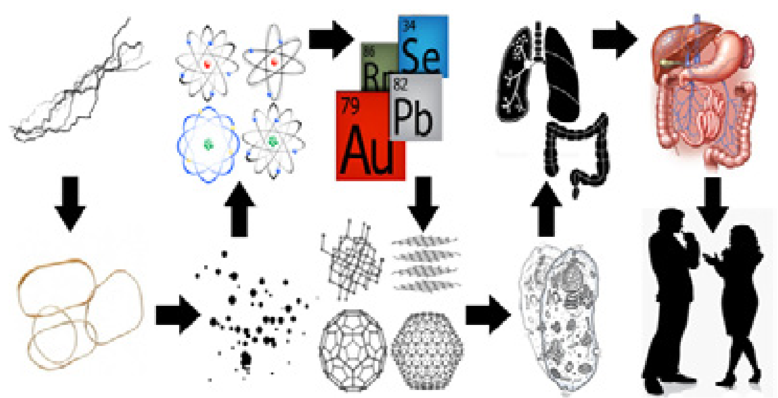


Ilustración 4: Conformación de los seres humanos. De izquierda a derecha siguiendo el flujo: Energía, cuerdas energéticas (teorizadas), partículas atómicas, átomos, elementos químicos, compuestos químicos, células, órganos complejos, sistemas de órganos, personas.

Vida artificial

"Le enseñaré al mundo que puedo ser su amo, perfeccionaré mi propia raza de superhombres atómicos que conquistarán al mundo!" –Bela Lugosi - La novia del monstruo, película (1955)

Uno de los problemas en la historia del origen de los seres humanos es conceptualizar que procesos químicos naturales den paso a seres con vida, de hecho por el momento no hay una explicación totalmente aceptada sobre cómo elementos sin vida se transforman en organismos que se reproducen y evolucionan. Crear vida no es tan sencillo como el actor Bela Lugosi o el Dr. Frankenstein de la novela nos hacen creer en sus películas al unir partes muertas de otros seres, darles energía de un rayo y crear

monstruos que caminan y comprenden.

La mejor manera de entender este paso de lo no-vivo a lo vivo sería si fuese posible recrear el proceso de la naturaleza y hacer vida artificial nosotros mismos en laboratorios, formas de vida no como los superhombres atómicos de Lugosi o tan complejas como las del buen Frankenstein, pero suficientemente complejas como para entender el proceso.

Con esta idea en el año 2011, el científico Martin Hanczyc y algunos colegas de la Universidad del Sur de Dinamarca en Odense presentaron un experimento que puede dar luz en este salto de elementos químicos sin vida a seres vivos[5].Hace 60 años el experimento Miller-Urey que mencionamos anteriormente (el que creaba aminoácidos en laboratorio), daba como resultado indirecto la creación de un compuesto basado en un polímero de aceite de hidrógeno cianídico (algo similar al petróleo crudo). Hanczyc y sus colegas han experimentado recientemente con este compuesto, ignorado hasta ahora, y han creado a partir del mismo lo que llaman una *protocélula*.

Dicho de otra manera, estos científicos están mezclando ingredientes sin vida como los que existieron hace millones de años en la Tierra, para crear formas que asemejan tener vida, algo que pude considerarse como “vida artificial”.

Estas protocélulas creadas en laboratorio son relativamente sencillas pues contienen solo unos 10 tipos de moléculas diferentes, a diferencia de las complejas células humanas que contienen hasta 1 millón de moléculas diferentes.

Lo curioso de estas protocélulas artificiales es que tienen comportamientos muy similares a los de las células de seres vivos, pues estas se mueven, giran alrededor de otras, buscan alimento y tienen una forma sencilla de memoria. Lo hacen en forma similar a la del Pac Man de los videojuegos que se mueve en un laberinto, evade peligros y busca comida.

Las protocélulas no se duplican, no pueden transportar genes y no evolucionan, pero aun así estos experimentos son un paso adelante en entender este salto de elementos químicos sin vida a organismos vivos unicelulares y de estos a organismos complejos como los seres humanos.

Finalmente el misterio de este salto puede estar por resolverse en un futuro cercano sin necesidad de añadir un elemento sobrenatural o incomprensible.

Atomolándia

Es importante no olvidar el concepto de que estamos hechos de átomos, que son reales, que podemos decir de dónde vinieron y cómo llegan a conformar organismos complejos tales como los seres humanos, plantas y animales, y que también estos átomos son los ingredientes fundamentales de todas las cosas materiales inertes como planetas, estrellas, mesas, carros, computadoras, etc. Los átomos son el ingrediente principal de todo lo que conocemos y percibimos como nuestra realidad.

La ciencia ha revelado en los últimos 100 años algo asombroso, el mundo oculto del átomo donde sus partículas tienen sus propias e reglas inusuales.

Mencioné anteriormente que dentro del átomo las cosas se ponen “raras” –perdonando la expresión-. Es el momento de comenzar a explicar esta rareza y mostrar poco a poco como las cosas de las que estamos hechos se comportan muy diferentes a las cosas que componen.

Visitemos por un momento un mundo imaginario; llamémosle Atomolandia. En este mundo usted es de ojos y pelo negro cuando nadie lo mira, pero cuando alguien lo mira transforma instantáneamente su cabello en un rubio deslumbrante y sus ojos se vuelven azules. Aquí, en Atomolandia, el día de lavar los autos de la casa para ahorrarse trabajo, usted se clona en 2 o 3 personas más que lavan a la misma vez con los mismos movimientos, los 2 o 3 autos de la casa. En este mundo las monedas tienen 3 lados: cara, cruz y el lado cara-cruz. Y para culminar puede estar sentado viendo televisión cuando aparecen de la nada un par de personas que se sientan a su lado, por unos segundos, se saludan y desaparecen en un cegante resplandor.

Este extraño mundo, que resuena a experiencias bajo alguna droga sicodélica, es un mundo donde obviamente no vivimos. Sin embargo este bizarro lugar ha sido descubierto hace poco, existe,

y es real para los átomos y sus partículas. Su descubrimiento ha revelado una nueva cara de lo que creemos que existe en realidad, la manera de entender este mundo atómico es mediante una rama de la física llamada *Física Cuántica*.

Física cuántica

En mis tiempos colegiales -quizás en los suyos también- escuchar la palabra "cuántica" o "cuántico" no significaba mayor cosa, pero me recordaba las películas y series de ciencia ficción (como el Hombre Cuántico) donde el término servía de vez en cuando para darle nombre a inventos o armas extrañas del futuro, y aunque ciertamente algunas tecnologías y aparatos de aquellas películas son ahora reales y otros pudieran hacerse realidad en el futuro, el uso del término era más que todo un factor para resaltar el carácter ficticio de algo al mejor estilo Hollywoodense.

El término en realidad se refiere a una rama la física relativamente nueva, originada en los años 1900, llamada también Mecánica Cuántica o Teoría Cuántica, y es la teoría usada para describir el comportamiento de partículas y subpartículas del átomo y sus sistemas. Y aunque el término siga siendo de connotación futurista no hay mayor misterio sobre lo que significa, pero si conlleva un misterio intrínseco sobre lo que estudia.

El principio de la incertidumbre

En 1927 el físico alemán Werner Heissenberg introdujo el llamado *Principio de Incertidumbre*.

Dejando de lado las complejas matemáticas de funciones vectoriales, lo que define es lo siguiente: toda partícula tiene posición, trayectoria y por tanto velocidad, Heissenberg formuló que se puede calcular la velocidad o la ubicación de una partícula en un momento específico, pero no se pueden calcular ambos valores a la vez, pues si se calcula la velocidad, la ubicación (es decir su posición y momentum) cambia y viceversa.

Para ilustrar este principio, aunque el mismo solo aplica para partículas atómicas, imagine un automóvil que corre arriba del

límite de velocidad en una autopista, en un punto específico una cámara automática toma una fotografía de la matrícula del auto y registra la velocidad y la hora de la infracción que luego le llega a cobro al imprudente conductor por correo. Cuando el conductor recibe la multa nota todos los datos del percance: la velocidad a la que iba, la hora, el lugar exacto y el número de placa de su auto. Si en lugar de un auto fuese una partícula atómica sería imposible generarle una infracción, pues el Principio de la Incertidumbre establece que no se pueden calcular todos los valores sobre la ubicación de una partícula a la vez, es decir que la cámara para multar podría registrar la velocidad de la partícula, pero al hacerlo la hora cambia, si registra la placa la velocidad cambia, y si registra el lugar los otros valores cambian también, haciendo de esta manera imposible dar la ubicación precisa del auto (o partícula en este ejemplo) en ese momento, librando al imprudente conductor de su infracción, y ejemplificado a niveles atómicos, impidiendo la ubicación exacta de una partícula en un momento determinado.

Existe entonces una incertidumbre sobre la posición y momentum exacto de una partícula, es decir, no se pueden calcular con certeza. La teoría cuántica saca a relucir su dualidad: se pueden determinar con precisión ciertas características físicas de las partículas pero al hacerlo se elimina la posibilidad de precisamente determinar alguna otra característica complementaria.

Es como si las partículas no quisieran estar “amarradas” a una ubicación específica, de hecho lo que se puede calcular es solamente la probabilidad de encontrar una partícula aquí o allá, algo llamado *ondas probabilísticas*.

Además este principio introduce indirectamente una variable: el espectador o la persona que calcula los datos de la ubicación de la partícula.

Una deducción que surge de este principio es que es el observador quien decide cual variable medir, una o la otra pero no las dos a la vez. Pero, ¿por qué es el espectador necesario en estas mediciones para determinar cuál de las propiedades será la que tenga un valor definitivo?

Albert Einstein no estaba muy convencido de este principio pues

propone que en un momento específico las partículas no poseen una posición definitiva, esto es como decir que la luna por estar hecha de átomos tiene un 50% de probabilidades de estar en un lugar del cielo, un 30% de estar en otro y un 20% de estar en otro aún más alejado, cuando en realidad podemos decir con un 100% de seguridad donde estará la luna en un momento específico en el cielo. El mismo Einstein le dijo en una ocasión a Niels Bohr "de veras crees que la luna no está ahí sino la vemos?"A lo que Bohr respondió "pruébame lo contrario". La respuesta de Bohr fue su mejor defensa en ese argumento de titanes de la física, y el Principio de Incertidumbre sigue hoy día siendo válido.

Las partículas no existen en un lugar definitivo sino en una "nube" de posibilidades de estar aquí o allá, por ejemplo se dice que un electrón tiene un 20% de encontrarse en un lugar, un 10% de encontrarse en otro y un 70% de encontrarse en otro distinto.

Lo curioso de este comportamiento atómico es que no estamos acostumbrados a que las cosas estén aquí o allá, sino a que las cosas tengan una posición específica y que podamos calcular la velocidad, trayectoria y movimiento de un objeto con precisión y decir de dónde viene, dónde está y donde estará en un momento específico. Para realizar estos cálculos -sobre objetos tangibles-se utiliza la física clásica, la postulada por Isaac Newton y consiguientes, pues sus fórmulas describen muy bien el comportamiento de objetos grandes como manzanas, bolas de billar, autos, planetas, trenes, etc., pero con la física cuántica vemos que los átomos de los que estamos hechos se comportan en formas muy diferentes a las cosas de mucho mayor tamaño con las que interactuamos todos los días. Más extraño aún es que sea necesario introducir un espectador, es decir una persona, en las formulaciones para determinar con certidumbre una variable incierta de las partículas atómicas.

Entrelazamiento cuántico

Otra extraña propiedad de las partículas atómicas es el entrelazamiento.

Hay partículas que pueden crear una conexión entre ellas quedando unidas (entrelazadas) en una de sus propiedades. Por ejemplo partículas donde si el spin (una propiedad de giro que

tienen todas las partículas, algo similar al giro de balas al salir de un cañón) de una partícula cambia, inmediatamente el spin de la otra cambia también, y esto lo hacen sin importar la distancia entre ellas; pueden estar a milímetros, kilómetros o años luz de distancia una de la otra y siempre “saben” instantáneamente que el spin de su compañera entrelazada cambió y repiten ese cambio instantáneamente.

Esto significa que si alguna fuerza, energía o algo similar es lo que les avisa del cambio de spin de su compañera entonces dicha fuerza estaría viajando más rápido que la velocidad de la luz pues el cambio es instantáneo, sin retardo o “delay”, lo que estaría en contra de la Teoría de la Relatividad de Einstein que estipula que nada viaja más rápido que la velocidad de luz, es decir 300.000 km/s. Respetar ese límite de velocidad es uno de los pilares de la física moderna y una regla que todas las partículas deben (mejor dicho deberían) de obedecer también (Nota 12).

Pero entonces ¿qué tipo de comunicación hay entre dos partículas entrelazadas que es más rápida que la velocidad de la luz?

Einstein en su momento se refirió a esta inusual propiedad como una “acción fantasmal a distancia”, algo que resuena al vudú haitiano donde el pinchar un muñeco con alfileres hace que un marido infiel se retuerza de dolor en el mismo lugar del pinchonazo instantáneamente aunque se encuentre al otro lado del mundo, así como dos partículas entrelazadas pueden seguir entrelazadas sin importar la distancia, el muñeco vudú puede encontrarse en Haití y el marido infiel en Rusia o en el planeta Marte y aun así sentirá el piquetazo del muñeco instantáneamente.

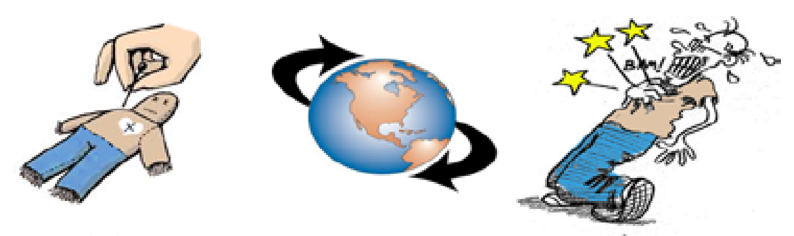


Ilustración 5: En el mito del muñeco vudú una persona siente dolor instantáneamente en el mismo lugar que se pinche el muñeco asociado a esta, sin importar la distancia entre ambos.

A pesar que las matemáticas que la soportaban eran concordantes, Einstein consideraba que por este tipo de extraños comportamientos teorizados la entonces joven mecánica cuántica era una teoría incompleta de la realidad física (y aunque hoy día es sumamente precisa y predictiva sigue siendo incompleta en algunas áreas), y se dió a la tarea junto con un par de colegas físicos (Boris Podolsky y Nathan Rosen) de publicar artículos sobre como el problema yacía en la teoría y como esta no reflejaba la realidad perceptible. Con esto entró en una disputa con Bohr -defensor de la idea del entrelazamiento- sobre quién tenía la razón sobre el entrelazamiento cuántico.

La respuesta final no la pudo conocer Einstein en vida ya que no fue sino hasta 1964, 11 años después de su muerte, cuando finalmente el problema parecía resulto gracias a un físico irlandés llamado John Bell.

Bell teorizó un escenario donde se podría medir experimentalmente el spin de dos partículas entrelazadas separadas por una gran distancia. Un experimento de este tipo comprobaría si este entrelazamiento teórico era cierto o no. El experimento se llevó a cabo en los años 80 y probó exitosamente que el entrelazamiento cuántico es real.

El comprobar que las partículas también poseen esta extraña propiedad mostró también una propiedad nueva de la realidad: la no-localidad. Con esto nos referimos a que el universo no es local, pues algo que sucede “por aquí” puede afectar algo que sucede “por allá” sin importar la distancia entre ellos.

Tomó más de 50 años probar experimentalmente esta acción a distancia de las partículas, una idea que Einstein trató insatisfactoriamente de desacreditar desde los inicios de la física cuántica que él mismo ayudó a fundar. Como diría el famoso sicólogo Carl Jung: “lo que resistes, persiste”.

Esta propiedad “fantasmal” ha sido probada desde entonces con muchos experimentos, incluso a largas distancias usando cables de fibra óptica, y tan recientemente como diciembre de 2011 se ha podido replicar no solo con partículas atómicas sino con objetos tan grandes como diamantes[6].También está siendo estudiada en el campo de la computación para diseñar nuevos sistemas de encriptación de datos en una nueva rama llamada

Criptografía Cuántica, la cual pudiera ser incorporada en un futuro cercano a sistemas de seguridad como las claves de internet para acceder a cuentas de banco o para encriptar comunicaciones militares o similares.

La dualidad de las partículas

Es curioso, pero me parece que de los productos comerciales que se venden en supermercados los que siempre encuentro que funcionan para varias cosas son los abre botellas (destapadores o abridores). He visto encendedores con abridor, sandalias con abridor, lapiceros con abridor, peines con abridor, llaveros con abridor, cuchillos con abridor y hasta relojes con abridor, todos productos pensados por lo general en el bebedor de cerveza embotellada que termina viendo doble después de cierta cantidad.

Mi favorito es el encendedor-abridor, no es ni un encendedor ni es un abridor, sino que es ambos, lo que define su uso final es quien lo utilice y su necesidad de fumar, beber o ambas.



Ilustración 6: Encendedor-abridor, dos cosas en una misma cuyo uso final depende del dueño.

Algo similar -y dichosamente menos vicioso- sucede con las partículas del átomo, estas se comportan de dos maneras totalmente diferentes dependiendo del observador, pueden comportarse como partículas o como ondas sin dejar de ser una sola cosa.

El experimento de la doble ranura

Desde inicios de los años 1800 se sabe que la luz se comporta como una onda (aunque en su momento Isaac Newton la consideraba una partícula), luego gracias al *Efecto Fotoeléctrico* donde metales irradiados con luz o rayos ultravioleta emiten fotones (su estudio por cierto le valió el Premio Nobel a Einstein), y el surgimiento de la física cuántica, se concluyó que la luz exhibe ambas propiedades, se comporta como onda aunque su componente es una partícula: el fotón.

Eventualmente se descubrió que esta dualidad de comportamiento onda/partícula no es algo exclusivo de los fotones de luz sino también de las otras partículas que componen el átomo.

El experimento clásico para demostrar esta dualidad onda/partícula es el llamado "experimento de la doble ranura" o "experimento de Thomas Young" y funciona así:

Un aparato que dispara partículas (pueden ser fotones, electrones, neutrones, etc.) se apunta hacia una placa sólida que tiene una delgada ranura, al otro lado de esta placa hay una pantalla que registra dónde impactó la partícula disparada.

Imagine algo similar a cuando alguien pinta la letra "i" mayúscula en una pared usando un spray de pintura y un molde de cartón con la letra i mayúscula cortada, la tinta que pasa por el corte vertical de la letra i queda impresa en la pared mientras que la tinta que no pasa queda impresa en el molde de cartón.

El experimento da los resultados esperados, al disparar partículas (sea en grupos o de una en una) la pantalla detrás de la placa registra una impresión de puntos que forman una línea recta justo del tamaño y posición de la ranura que hay en la placa (Ilustración 7), bajo estas condiciones el experimento no muestra irregularidades, no hay nada extraño en el resultado. La realidad como la conocemos sigue a salvo.

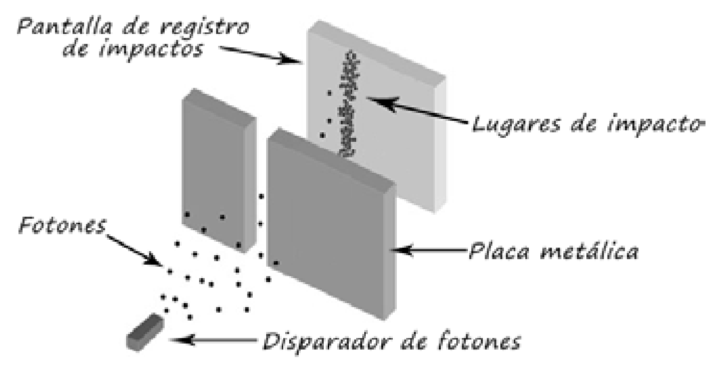


Ilustración 7: Experimento de Thomas Young con solo una ranura

Pero algo extraordinario, “raro” mejor dicho, sucede cuando se abre una segunda ranura en la placa. La observación que uno esperaría es que al haber dos ranuras la pantalla registre dos líneas paralelas, sin embargo lo que se registra son varias (5 o más) líneas paralelas de diferentes intensidades, es decir quedan impactos registrados incluso en lugares que están bloqueados por la placa, formando un patrón llamado de máxima y mínima (véase la ilustración 8, figura A).

Este registro de varias líneas es el que se formaría si lo que pasara por las dos ranuras es una onda (como ondas de agua) y no partículas, pues una onda al pasar por las ranuras crea otras dos ondas a la salida y estas interfieren consigo mismas dejando registrado en la pantalla una serie de lugares donde las crestas impactan o no (véase la ilustración 8, figura B).

Pero en el experimento no se están lanzando ondas de nada, se están disparando partículas una a una, no ondas, esta es la parte extraña del experimento pues al haber dos ranuras en la placa las partículas dejan de comportarse como partículas y asumen una “personalidad” de onda.

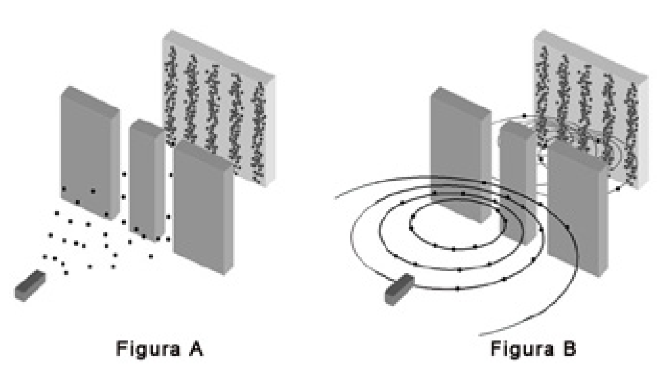


Ilustración 8: Figura A, experimento de doble ranura, partículas generando un inusual patrón de interferencia. Figura B, una onda pasando por las ranuras creando ondas subsecuentes y creando el mismo patrón de interferencia de la figura A.

Esta doble personalidad de los componentes del átomo es algo realmente inusual, es como imaginar en escalas mucho mayores que una piedra en medio del mar se transforme en una ola y una ola en el mar se transforme en una piedra.

¿Cómo "saben" las partículas cuando hay dos ranuras y por tanto deben comportarse como ondas? ¿Por qué simplemente no siguen comportándose como partículas y dejan impresas dos líneas verticales?

Matemáticamente para que el patrón de onda se registre cuando lo que pasa por las ranuras es una sola partícula, algo asombroso debe suceder: una partícula debe pasar por ambas ranuras a la misma vez para luego interferir ¡consigo misma!

No se debe de confundir lo que hace la partícula; no es que se parte en 2, sino que una misma partícula pasa por 2 lugares diferentes al mismo tiempo.

¿Cómo puede una partícula, o cualquier otra cosa (dado que todo está hecho de partículas) estar en dos lugares a la misma vez?

Antes de contestar, o mejor dicho de dar algunas propuestas de respuesta, veamos algo aún más interesante y "raro" de este experimento: el colapso de la onda.

El colapso de la onda

Nadie creía posible que una partícula pudiera estar en varios lugares a la misma vez, es decir que pasara por dos ranuras a la vez, pero eso era precisamente lo que el resultado del experimento de la doble ranura indicaba, así que un intento por forzar a las partículas a revelar exactamente por cuál de las dos ranuras estaban realmente pasando, el experimento se modificó y se instalaron sensores a las salidas de ambas ranuras.

En esta versión del experimento se dispararon las partículas una a una y al dispararlas las engañosas partículas hicieron algo, nuevamente, inusual: dejaron de comportarse como ondas y lo que quedó impreso en la pantalla fueron dos líneas verticales, las partículas volvieron a comportarse como pequeñas pelotas que solo pasan por una ranura a la vez (Ilustración 9).

En el instante que los sensores se apagan se crea un patrón de onda donde una partícula pasa por dos ranuras a la vez, y cuando se encienden los sensores inmediatamente regresan a comportarse como partículas pasando por solo una ranura a la vez.

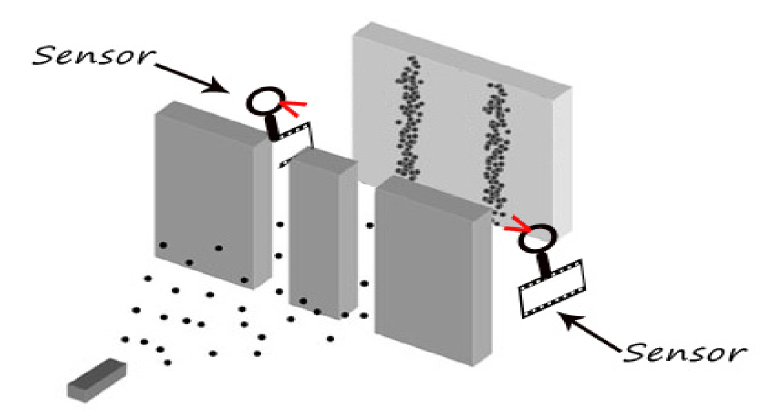


Ilustración 9: Experimento de doble ranura con sensores registrando por cual ranura pasan las partículas. El patrón de interferencia desaparece.

El experimento es el mismo con la excepción de que esta vez se está observando por cual ranura pasan las partículas, el introducir esta variación (la observación) es lo que hace la diferencia en si las partículas se comportan como ondas, o como partículas.

Este es el llamado colapso de la onda, y el que lleva a introducir dos conceptos claves: el observador y lo observado.

Las preguntas que surgen trascienden al experimento: **¿Por** qué el hecho de observar hace que las partículas se comporten de una manera y cuando no las vemos hacen otra cosa diferente? ¿Qué necesidad hay de incluir un observador para determinar el resultado de este experimento? Es decir, las partículas que existen en otros lugares del universo donde nadie las ve, ¿son ondas o son partículas o peor aún, existen del todo?

Aunque no hay una solución definitiva si hay varias propuestas desde todo tipo de ángulos: matemáticas, probabilísticas, metafísicas y hasta filosóficas.

Una propuesta está basada en el Principio de la Incertidumbre que vimos anteriormente. Este indica que las partículas no tienen una posición definida y se encuentran en una "nube" de probabilidades de estar aquí o allá e incluso aquí y allá, algo similar refleja este experimento donde las partículas al tener que tomar la decisión de pasar por una u otra ranura pasan por ambas ranuras al mismo tiempo, pues si las posibilidades de pasar por una ranura son del 50% y las de pasar por la otra son del 50% entonces las partículas toman ambos caminos ya que son igualmente probables, la diferencia se hace cuando se introduce un observador y al hacerlo éste hace que las partículas deban tener una posición definida, pasando así por una u otra ranura.

Otra solución a este extraño comportamiento es una que ha dado inicio a un nuevo tipo de "iluminación new-age", y es que la consciencia del observador es la que colapsa la onda. En este escenario no hay des-asociación entre quien observa y lo que se observa pues ambos están conectados, no hay dualidad, y como todo está hecho de partículas todo está conectado, el "A*tman is Brahman*" y la realidad no existe sin una mente que la defina primero.

Libros enteros se han escrito sobre este tema, retornaremos al tema del colapso de la onda en el capítulo 4 para volver a lo primordial de este capítulo, entender de qué estamos hechos y cómo se comporta en su nivel más primordial esto de lo que estamos hechos.

Superposición cuántica

Estos términos sofisticados hacen a cualquiera verse bien en una mesa de conversaciones intelectuales, pero para ponerlo en términos sencillos, *superposición* se refiere a que dos o más cosas están en varios estados a la misma vez. Una analogía sería decir que estamos ebrios y sobrios a la vez, ciegos y con vista a la vez, encendido y apagado a la vez, etc. o sea en estados mutuamente excluyentes.

Las matemáticas detrás de la física cuántica indican que también las partículas poseen esta propiedad de superposición, pues en un átomo cualquiera hay partículas que pueden estar en diferentes estados a la misma vez. Este es un hecho que se comprueba con el experimento de las ranuras donde una partícula puede pasar por las 2 ranuras, o sea se encuentra en 2 lugares, a la misma vez. Aclaro nuevamente que no es que la misma partícula se parte o se copia en 2 iguales (algo de por sí no permitido en mecánica cuántica debido al "teorema de no-clonado"), eso es algo imposible, lo que sucede es que la misma partícula se encuentra en 2 lugares a la misma vez.

Esta es otra "rareza" del comportamiento del átomo, en su reino sub microscópico –atomolándia- las cosas pueden estar en muchos lugares a la misma vez. Esta sin duda es una realidad que no experimentamos en nuestra vivencia cotidiana donde las cosas están aquí o allá pero nunca aquí y allá a la vez.

¿Cómo es que las cosas de las que estamos hechos tienen esta propiedad de estar en varios lugares a la vez pero nosotros no podemos?

Si esta propiedad de los átomos fuera solamente teórica podríamos pensar que hay algún problema con las matemáticas del postulado, pero cuando existe un experimento como el de la doble ranura (uno por cierto relativamente sencillo de hacer pues hasta usando solo dos trozos de papel polarizado y la luz del sol podemos forzar fotones a crear el patrón de interferencia) entonces no podemos refutar que esto verdaderamente sucede y aunque no lo entendamos debemos aceptar que las cosas de las que estamos hechos efectivamente pueden estar en varios lugares a la vez.

Este comportamiento es un portazo en la cara sobre lo que creemos “normal” en la vida y más **aún cuando** sucede todo el tiempo en nuestro propio cuerpo y en todas las cosas a nuestro alrededor, sin darnos cuenta.

Hay gato encerrado

“La curiosidad mató al gato”-Adagio

Estos estados cu**á**nticos no solo se han podido probar con experimentos usando las diminutas partículas del **á**tomo, sino que incluso se han podido reproducir en objetos lo suficientemente grandes como para verse con un microscopio como moléculas *buckyba*lls hechas de carbono 60 y son casi 500.000 veces más grandes que un protón. La línea entre el estado de un objeto diminuto como una partícula y uno grande, digamos como un gato, es muy discernible, tanto así que no vemos gatos en superposición en varios lugares a la vez. Con esta idea en 1935 el físico austriaco Erwin Schrödinger trató de ejemplificar lo poco real que estos estados cuánticos superpuestos significan a grandes escalas en tamaños de cosas con las que interactuamos día a día.

Schrödinger imaginó el siguiente escenario: un gato se encuentra dentro de una caja cerrada, en la caja hay un frasco con veneno que se libera mediante un dispositivo mecánico que lo dispara cuando un átomo radioactivo decae a cierto nivel; como no se puede calcular con precisión cuando decaerá el átomo por su estado de incertidumbre, debemos asumir -argumentó Schrödinger- que en determinado momento el gato se encuentra vivo y muerto a la vez, la única manera de averiguarlo es abriendo la caja y observando. Ese es el famoso experimento teórico llamado “el gato de Schrödinger”, donde el felino se encuentra vivo y muerto a la vez, es decir en superposición.

En próximos capítulos veremos que poco a poco la ciencia está empezando a explotar estas raras propiedades del átomo es muy probable que en un futuro cercano incluso cambien la manera en que vemos y vivimos nuestras vidas. También ofreceré una posible respuesta a esta paradoja gatuna más adelante, a ver si el pobre gato se encuentra vivo o muero, o es alguna especie de

gato “zombi” medio vivo y medio muerto.

Nota: para los amantes de los animales quepa la aclaración que ningún gato ha sido herido en estos experimentos teóricos realizados en los últimos 80 años, aunque algunas neuronas de humanos si han sufrido bastante.

Fluctuaciones cuánticas

A partir del Principio de Incertidumbre de Heissenberg se deriva otra “rara” propiedad de las partículas del átomo, una que pudiera explicarnos como se originó el universo mismo, este principio se llama *Fluctuación Cuántica* y permite que partículas aparezcan y desaparezcan, incluso en el espacio vacío, es decir de la “nada”.

Esta “mágica” aparición y desaparición de partículas de la nada, es permitida por este principio, físicamente hablando, siempre y cuando el par de partículas espontáneas se destruyan/ cancelen a sí mismas, por esto cuando aparecen una de ellas es de carga positiva y la otra de carga negativa, pues sus cargas opuestas les permitan aniquilarse, obedeciendo así el *Principio de Conservación de Energía* que estipula que nada se crea ni se destruye (Nota 13). Otro requisito del principio es que esta aparición y desaparición suceda en un cortísimo tiempo y en un diminuto espacio.

En mecánica cuántica como vemos, aún si no se tiene “nada” siempre se recibe “algo”.

Este par de partículas que aparecen momentáneamente del espacio vacío, son llamadas también *partículas virtuales* y su extraña existencia ha dejado de ser solo teórica pues también ha sido probada experimentalmente.

Un experimento para probar la existencia de estas “mágicas” partículas genera algo llamado el *Efecto Casimir* (Ilustración 10). En este experimento dos placas metálicas neutras, es decir sin carga eléctrica, se aíslan en un espacio al vacío, las placas se colocan a una microscópica distancia una de la otra, y aunque no hay ninguna fuerza actuando sobre ellas, estas placas tienden a repelerse o atraerse, lo cual se debe al aparecimiento de

partículas virtuales en medio de las placas.

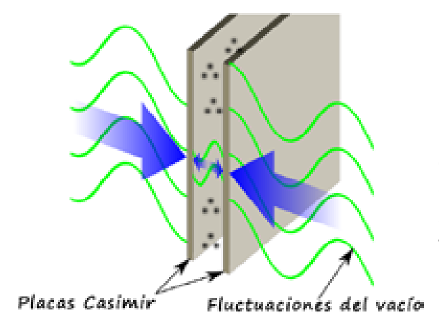


Ilustración 10: Efecto Casimir: dos placas metálicas neutras en un ambiente al vacío se atraen o repelen debido a fluctuaciones cuánticas.

Estas fluctuaciones no solo le añaden más misticismo al comportamiento de las partículas atómicas, sino que también son responsables de efectos como la radiación de agujeros negros en el espacio y posiblemente hasta de los mismos inicios del universo, temas que retornaremos un poco más adelante.

Desenredando el nudo cuántico

“En tierra de ciegos, el tuerto es rey.” - Adagio

Atomolándia –como llamo al mundo propio del átomo- es un lugar extraño, tiene cosas que no se pueden medir, que están unidas sin importar la distancia, que se comportan de dos maneras muy diferentes si las ven o no, que están en varios lugares a la vez y que hasta aparecen y desaparecen de la nada. Y es de esas mismas cosas de las que estamos hechos nosotros y todo a nuestro alrededor, como el subtítulo de este libro, vemos que la realidad es más extraña que la ficción.

Si aún no comprende estos principios de física cuántica no se preocupe, yo tampoco los entiendo bien, de hecho nadie los entiende con certeza, tanto así que renombrados físicos cuánticos contemporáneos como Richard Feynman, Leonard Susskind y otros, se han referido a este tema literalmente con esas mismas palabras. Hasta el mismo Einstein estuvo en negación de esos principios aludiendo a frases como “Dios no juega a los dados”

refiriéndose al carácter probabilístico de las partículas.

Una de mis citas favoritas sobre este nudo es del renombrado físico teórico Edward Witten cuando dice que "…no nos consultaron cuando se creó universo, así que si todo esto es cierto, entonces simplemente esta es la manera en que es el universo".

Por extraña que parezca la física cuántica, es una teoría que concuerda con miles de experimentos llevados a cabo en los últimos 80 años y con enormes aciertos en predicciones que luego se comprueban experimentalmente.

La teoría funciona y este bizarro mundo cuántico existe. Así que aunque los principios sean "raros" y no se entiendan bien, eso no significa que no sean ciertos. Niels Bohr tenía esto en mente cuando le respondió a Einstein sobre el tema de los dados diciéndole "deja de decirle a Dios qué hacer".

Uno podría pensar que estos comportamientos atómicos no tienen mayor relación con nuestra vida cotidiana, después de todo lo que sucede en esos niveles microscópicos no es perceptible directamente en nuestro día a día. Pero si la ciencia no fuera curiosa, sino cuestionáramos nuestra propia existencia y la naturaleza de la realidad, estaríamos deteniendo el progreso de nuestro conocimiento como humanos. Dichosamente esto no ha sucedido, sino todo lo contrario y gracias al estudio del átomo es que tenemos hoy día tecnología como lásers, computadoras, equipos médicos, cámaras digitales, teléfonos celulares y transistores que componen todo tipo de equipos electrónicos. Si no fuese por la física cuántica nada de eso existiría.

No solo es el átomo el constituyente básico de nosotros y de todas las cosas que existen, sino que también ayuda a crear otras cosas materiales que usamos en nuestro día a día.

El átomo con toda su rareza desafía nuestra idea de la realidad y a la vez nos da las cosas electrónicas que usamos todo el tiempo para crear la misma realidad que vivimos.

La física cuántica puede eventualmente abrir las puertas a otros inventos como la tele transportación de objetos, el descubrimiento de nuevas fuentes de energía para uso en la tierra y naves espaciales, nuevas súper computadoras y más

cosas que antes eran mera ciencia ficción. De hecho ya existen laboratorios haciendo experimentos para proveernos con estas nuevas tecnologías, así que si aún se pregunta en qué le afecta la física cuántica en su día a día piénselo de nuevo, no solo le da una visión nueva de la realidad sino que puede crearle una nueva realidad en un futuro cercano.

Cuerdas y dimensiones extra

Nota: la Teoría de Cuerdas es un tema de matemáticas muy complejas y actualmente se encuentra en constantes cambios y actualizaciones. No es mi deseo hacer esta sección complicada de entender, así que saltaré explicación de muchos conceptos complejos e historia. Si aun así este tema le resulta algo incómodo de leer, puede saltarlo sin que ello afecte en mayor medida la comprensión de los próximos capítulos, donde prometo la lectura será más liviana.

Hasta ahora hemos visto como todo lo que conocemos -incluyéndonos a nosotros mismos- está hecho de partículas atómicas con un extraño comportamiento.

Uno de los problemas con estos comportamientos del átomo es que no se apegan a muchas de las teorías, fórmulas ni leyes que gobiernan la física clásica, la cual es la física a la que más estamos acostumbrados y que describe el movimiento de bolas de billar, trenes en marcha, movimientos de planetas, etc. Es como si las reglas del mundo minúsculo del átomo fuesen diferentes a las del mundo de las cosas más grandes en el que vivimos.

Consolidar ambos mundos de la física cuántica con la física clásica –separados por la falta de formulaciones concretas respecto a la fuerza de gravedad-, es el santo grial de los físicos y fue el sueño de una vida de Einstein, pues encontrar una fórmula que integre ambos campos pacíficamente sería como revelar el secreto último de la vida y del universo. Esa teoría unificadora sería la llamada “teoría de todo” que hasta ahora parece imposible formular, pero que podría surgir de una teoría totalmente nueva que se ha postulado en los últimos 30 años y que cada vez gana más terreno en postulaciones teóricas y experimentales, se llama la *Teoría de Cuerdas.* Si esta teoría resulta ser correcta

significaría que hay incluso más cosas aún más extrañas de la realidad que percibimos pues de acuerdo a esta novedosa teoría, nuestro universo sería solo uno de muchos, y algunos de estos muchos podría tener copias de usted mismo, además a nuestro alrededor existirían muchas otras dimensiones paralelas ocultas a nuestra vista y percepción.

La Teoría de Cuerdas ha tomado mucha fuerza desde mediados de los **años** 80's y de momento se perfila como la mejor teoría para unificar la física clásica con la física cuántica en el camino de encontrar la tan anhelada "teoría de todo", especialmente porque estas cuerdas se conceptualizan como objetos con extensión y no como partículas tipo punto, es decir que trata con objetos nuevos, diferentes a los átomos y partículas.

La Teoría de Cuerdas indica que estamos hechos de algo más que partículas, pues las partículas y sub partículas de los átomos estarían a su vez compuestas por un solo ingrediente fundamental con forma de unas diminutas cuerdas energéticas.

Estas cuerdas, según la teoría, son extremadamente pequeñas, unos cientos de billones de billones más pequeñas que un núcleo atómico (10^{-33} centímetros). Para dar una idea de su diminuto tamaño, en esta escala si un átomo se pudiera ampliar al tamaño del universo, una de estas cuerdas sería apenas del tamaño de un árbol de unos cuantos metros de alto.

Estas cuerdas vibran en diferentes patrones dependiendo de su forma y esas vibraciones generan las diferentes partículas de los átomos y sus propiedades (carga, peso, spin, etc.). Por ejemplo entre más corta la longitud de onda en la que vibren, se producen partículas con mayor masa.

Imagine estas cuerdas similares a las cuerdas de una guitarra, donde al tocarlas en la parte más cercana al clavijero vibran de una manera creando notas graves, y al tocarlas acerc**ándose** a la caja de resonancia crea notas más agudas, una misma cuerda en la guitarra crea muchas notas diferentes dependiendo de cómo vibre.

Estas cuerdas, de comprobarse su existencia, serían el último componente de lo que estamos hechos, serían la última de las

muñecas Matrioska rusas (Ilustración 11) de nuestra composición.



Ilustración 11: Muñecas Matrioska, o muñecas rusas de 5 unidades (izq.).Son huecas por dentro y se encuentran una dentro de otra de menor a mayor tamaño (der.)

La Teoría de Cuerdas provee una elegante solución a muchos problemas teóricos de la física cuántica y clásica, pero para que funcione introduce varios elementos singulares. El **más** inusual es que para que algunas cuerdas tengan la forma necesaria para vibrar en las frecuencias necesarias para producir las propiedades de una partícula específica (digamos la carga o el peso de un electrón o un neutrino) deben de vibrar no solo en 3 dimensiones sino que es necesario incluir dimensiones espaciales adicionales.

Estamos habituados a vivir en 3 dimensiones espaciales (alto, ancho y fondo) y una dimensión de tiempo (que veremos en detalle en el capítulo 3), pero si las nuevas versiones de la teoría de cuerdas (la más reciente llamada Teoría M) son correctas, entonces aparte de nuestras 3 confortables dimensiones, existen también otras 7 dimensiones más que junto con la dimensión del tiempo hacen un gran total de 11 dimensiones espacio-tiempo existiendo a nuestro alrededor.

Así según esta teoría, la nueva visión del universo multidimensional incluye 11 dimensiones, de las cuales solo 3 son lo suficientemente grandes para percibirlas, estas son las 3 donde vivimos.

El ingrediente de dimensiones extras se incluyó justo cuando la teoría estuvo a punto de descartarse, la razón de su inclusión es que un objeto, digamos una cuerda, solo puede doblarse de cierta cantidad de maneras en 3 dimensiones (alto, ancho, largo) pero si existen otras dimensiones entonces hay muchas más maneras

de doblar un objeto, estas nuevas dimensiones proveen las formas necesarias que la teoría requiere para crear las partículas del modelo atómico actual.

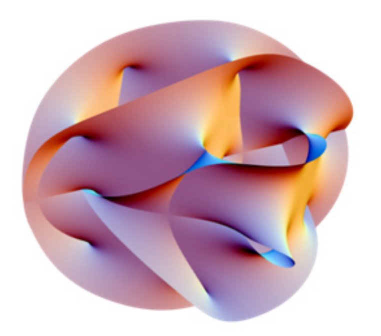
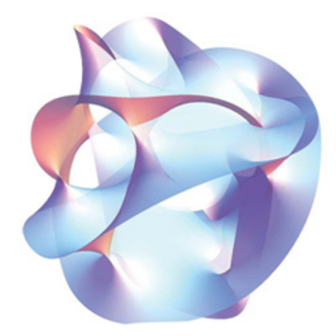



Ilustración 12: Figuras de variedades de Calabi-Yau, representando matemáticamente las formas de un objeto con más de 3 dimensiones, (aunque el dibujo en sí se encuentra en 2D). | Licencia Wikimedia Commons 2012 |

Estas dimensiones extra ayudarían también a explicar porqué la fuerza de gravedad es tan débil comparada con otras fuerzas dentro del átomo, como la del electromagnetismo. Este conflicto de fuerzas, guardando las proporciones, consiste por ejemplo en que la fuerza del electromagnetismo atrae más fuertemente a un objeto metálico que la gravedad que pueda ejercer sobre el mismo objeto otro objeto del mismo o mayor tamaño que depende solo de la fuerza de atracción gravitacional. Por ejemplo un imán pequeño puede atraer hacia arriba un clavo con más fuerza (electromagnética) que con la que el planeta Tierra atrae a un clavo hacia abajo (con la fuerza de gravedad). La diferencia de tamaños entre un imán y la Tierra es abismal, ese es el problema pues así de grande es la diferencia entre las fuerzas atómicas y las de la física clásica. La fuerza gravitacional la percibimos como muy fuerte solamente porque es creada por objetos masivos muy grandes como planetas, soles o galaxias, pero a niveles atómicos es muy débil comparada con todas las otras de los bosones.

La forma de estas dimensiones también pudieran revelar otro secreto del universo: el porqué éste tiene las variables y constantes fijas que tiene como la fuerza de gravedad o la fuerza atómica que mantiene las partículas juntas (volveremos a esto luego).

Añadir dimensiones extra parece justo lo que el médico recetó a la Teoría de Cuerdas. Resulta ser el antiácido perfecto para los físicos de cuerdas aunque una solución demasiado a la medida para el gusto de algunos otros físicos teóricos. Pero si ciertamente existen 10 dimensiones espaciales en el universo y no solamente las 3 que percibimos alrededor de nosotros, entonces ¿por qué no las vemos? Una solución puede ser el que estas dimensiones sean extremadamente pequeñas, o porque no estamos adaptados para ver otras dimensiones ya que la luz que vemos está atrapada junto con las otras fuerzas en nuestras habituales 3 dimensiones y la única fuerza que podría cruzar entre dimensiones es la gravedad, lo cual explicaría en parte la debilidad de esta fuerza contra otras fuerzas del átomo.

Si estas dimensiones existen como la moderna Teoría de Cuerdas propone, queda aún mucho camino por recorrer para entenderlas, si resultan ciertas, pueden ser el lugar donde cosas más extrañas sucedan o donde otros seres habiten sin darse cuenta ellos de nuestras dimensiones, así como nosotros no vemos las de ellos. Antes de preguntarnos quién o qué pudiera vivir en estas dimensiones que se encuentran a nuestro lado todo el tiempo, debemos probar su existencia y para ello necesitamos sacar nuestro lado salvaje y comenzar a volar en pedazos al átomo…literalmente.

Grandes preguntas, grandes colisiones

Si otras dimensiones existen como la Teoría de Cuerdas propone ¿Por qué solo 3 dimensiones en nuestro universo se expandieron en el Big Bang mientras que el resto se encogieron a escalas diminutamente pequeñas?

¿Es el componente último de las cosas una especie de cuerda energética que vibra en 11 dimensiones espacio-tiempo?

¿Es la gravedad una fuerza débil porque en alguna otra de estas dimensiones es fuerte pero al permearse a nuestras 3 dimensiones se debilita?

¿Es nuestro universo el resultado de un Big Bang que es el resultado del choque de estas dimensiones encapsuladas en membranas que colapsan unas con otras creando un Multiverso a su paso?

Todas estas son grandes preguntas.

Aún hay muchas preguntas similares a esas por resolver, la complicada teoría matemática detrás de las cuerdas, sus formas y patrones de vibración se están abriendo camino, pero llevar a cabo experimentos tangibles es algo casi imposible, pues debido a su tamaño la energía necesaria para probar su existencia va más allá de las capacidades de los equipos tecnológicos actuales.

Sin embargo hay una esperanza de encontrar grandes respuestas gracias al nuevo acelerador de partículas Large Hadron Collider (el Gran Colisionador de Hadrones) de Suiza del que ya hemos hablado anteriormente. Este colisionador es la máquina más poderosa para destrozar átomos y pudiera generar la energía suficiente como para descubrir en alguno de sus millones de colisiones diarias entre partículas si una de ellas desaparece (en particular el gravitón), o mejor dicho si se permea a una dimensión extra, probando así la existencia de otras dimensiones. También el acelerador pudiera dar luz en nuevas partículas predichas por la Teoría de Cuerdas (en un campo teorizado super simétrico donde cada partícula tendría su contraparte opuesta, también conocido como SUSI), dándole así mayor credibilidad a la teoría y a la vez haciéndonos ver otra extraña cara del universo.

El popular físico y escritor Michio Kaku ofrece una elocuente descripción de esta teoría: *"Las partículas son notas musicales de una cuerda vibrando, las leyes de la física son las leyes de la armonía, la química son las melodías que se tocan, el universo es una sinfonía y la 'mente de Dios' es música cósmica vibrando a través de 11 dimensiones del hiperespacio."* [7]

A mí en lo personal como amante de la música, me agradaría saber que estoy hecho de algo que resembla a la música, y que la vida es una gran sinfonía, una que imagino sublime con la tensión y los altibajos de la 5ta Sinfonía de Beethoven pero dulce como la Primavera de Vivaldi y con un *finale* explosivo como el de la Obertura 1812 de Tchaikovski. Es posible que antes del 2020 cuando el enorme colisionador de partículas se encuentre en su mayor capacidad de funcionamiento, nos ayude a entender, o quizás a no entender, que más hay detrás de esto que nos compone y de todo lo que llamamos nuestra realidad.

CAPITULO 2
Dónde somos

“Todos estamos en la pobreza, pero algunos de nosotros estamos viendo las estrellas” – Oscar Wilde

En el capítulo anterior nos embarcamos en la misión de averiguar de qué estamos hechos. Es una pregunta no solamente válida sino obligatoria que debemos hacernos como seres humanos, después de todo somos el único ser en el universo -que sepamos- que puede preguntarse a sí mismo de qué está hecho. El camino tomado hasta ahora para descubrir nuestra composición más básica ha tomado giros inesperados, pasando por átomos que se comportan extraño, posibles dimensiones ocultas y diminutas cuerdas teóricas que harían de nuestra existencia una enorme sinfonía energética universal.

Pero nuestra existencia, nuestra realidad, no depende solo de las cosas que componen nuestros cuerpos y las cosas a nuestro alrededor, depende también de dónde están esos cuerpos y esas cosas; y como veremos más adelante no podemos preguntar un *dónde* sin preguntar también el *cuándo*.

En este capítulo haremos un viaje por el fascinante universo conocido y el desconocido, veremos su origen, que a su vez es también es nuestro origen, y encontraremos que el universo tiene su lado oscuro y en ocasiones…bizarro.

El problema de las escalas

¿Qué tan grande es una sandía para una hormiga? ¿Qué tan grande es esa sandía para un elefante? ¿Qué tan grande es la hormiga para una bacteria? Todo es cuestión de perspectiva y ese es el problema de las escalas y proporciones.

Las cosas son grandes o pequeñas cuando las comparamos con otras cosas que usamos de referencia. Nosotros, los humanos, por lo general consideramos que las cosas son grandes o pequeñas comparadas con nuestro propio tamaño, escasos metro ochenta en promedio, por tanto nuestros

marcos de referencia son muy limitados cuando tratamos de conceptualizar aspectos de cosmología a grandes escalas con objetos miles de millones de veces más grandes que nosotros.

El primer problema a sortear en este capítulo es tratar de entender, en escalas comprensibles, que tan grande es el universo donde vivimos.

El universo es grande, muy grande, demasiado grande, gigantescamente grande… podemos echar mano a un sinnúmero de adjetivos para describir de manera informal que tan grande es el universo, y este es uno de los problemas, es tan grande que no tenemos nada más grande para compararlo. De hecho la cosa más grande que alguna vez hemos sentido -y sentiremos- con nuestras propias manos es el planeta Tierra, y comparado con el universo la Tierra es apenas como un grano de arena en una gigantesca playa sin fin.

Este problema de las escalas está intrínseco en nuestra naturaleza, el ser humano es una criatura que evolucionó para adecuarse a este planeta y no al contrario. No estamos acostumbrados a sentir otra presión atmosférica, ni otra fuerza de gravedad, ni temperaturas mayores a 100^{o} centígrados, etc, etc. Nuestro proceso de evolución por cientos de miles de años creó nuestra especie *Homo Sapiens* (los humanos del día de hoy), y este mismo no nos obligó a tener que ver otros espectros de luz, como el infrarrojo, ni a oír en otras frecuencias de audio fuera de entre los 20Hz y los 20Khz, entre muchas otras cosas.

No tuvimos la necesidad de evolucionar en la sabana africana para contar hasta mil millones o para imaginar espacios infinitamente pequeños y mucho menos para entender conceptos como el tiempo y la inmensidad del universo, estas siguen siendo limitaciones naturales.

La capacidad de información que podemos procesar y de retener en memoria depende en gran manera de estas limitaciones naturales. Por lo general la mayoría de las personas solo pueden memorizar algunas de las primeras 10 entradas de una secuencia nueva como números, nombres, olores o sabores. Por ejemplo, trate de memorizar la siguiente secuencia de números en orden: 12, 45, 98, 52, 74, 99, 66, 03, 73,16

Ahora trate de repetir la secuencia en el mismo orden sin verla… es probable que solo recordara los primeros 3, 4 o hasta 6 números de la secuencia, pocas personas memorizan secuencias nuevas superiores a 10 números, puede volver a leer la secuencia y esta vez trate de repetir las 10 cifras sin importar el orden, el resultado es por lo general el mismo. Para que una persona recuerde secuencias superiores a 10 ítems depende de otros factores como repetición o que tengan un orden familiar, siendo ese el mecanismo por el cual generalmente aprendemos secuencias como el abecedario o los nombres de todos nuestros compañeros de clases o de familiares.

Nunca tuvimos necesidad de sobrepasar esas limitaciones cognitivas como una retención amplia de memoria a corto plazo, porque no era necesario en nuestros ancestros para poder sobrevivir. Surgimos y evolucionamos como especie impulsados por el instinto de sobrevivencia, por eso solo vemos en un espectro de luz que nos dice donde ir y donde está nuestra comida, y oímos en un rango de frecuencias que nos alerten de peligros y nos ayude a comunicarnos y oír llamados de ayuda (como los de nuestros hijos), por citar apenas unas cuantas limitaciones naturales.

No trato de quitarle méritos al proceso evolutivo, por el contrario, es un proceso que funciona de maravilla, de lo contrario no estaríamos aquí, pero cuando tratamos de entender aspectos como las escalas de lo más pequeño y lo más grande, es cuando debemos entender que hay barreras de facto impuestas por el proceso mismo cuya función primaria es ayudarnos a sobrevivir, no ayudarnos a entender escalas extremas.

Estas barreras aunque son difíciles de sortear no son del todo imposibles de superar, hacer el esfuerzo de entender más allá de nuestras necesidades primordiales y de lo que nuestra fisiología nos permite es lo que necesitamos hacer cuando se tratan temas de cosmología.

Números grandes y pequeños

Tratar con cifras muy grandes, muy pequeñas, cantidades negativas o incluso infinitas representa un desafío conceptual y matemático. Dado que este libro no está enfocado a las matemáticas detrás de las teorías expuestas evitaré las

explicaciones de ese tipo sobre esos aspectos, aún así algo que si se debe tratar de entender para poder seguir adelante con esta aventura cósmica, es la cantidad que representa una cifra muy grande o muy pequeña.

Una notación llamada notación científica se usa generalmente para tratar con cantidades muy pequeñas o muy grandes, donde por ejemplo 0.01 es representado por $1x10^{-2}$,similarmente 0.001 se escribe$1x10^{-3}$ o simplemente 10^{-3} .

1 millón es representado por un 1 con seis ceros a la derecha o sea 1.000.000, otra manera de representar 1millón en notación científica es $1x10^{6}$ ó 10^{6}. Similarmente 1 billón son 1000 millones, o sea 1.000.000.000 ó también $1x10^{9}$. (Nota 14) Otro ejemplo es la cantidad 1 Gúgol que es 10^{100}, es decir un 1 con 100 ceros adelante. (Nota 15)

¿Cuál ha sido la cantidad más grande a la que ha contado alguna vez en su vida? Dudo que haya sido cercana a 1 millón.

Para dar un sentido práctico de las cantidades en una cifra supongamos que una persona decide contar hasta 1 millón: 1…2….3….4….5…etc, contando a ritmo de 1 número por segundo si esta persona no dejara de contar nunca (ni siquiera para dormir o comer) le llevaría más de 11 días enteros contar hasta 1 millón. Contando a ese mismo ritmo, suponiendo esta vez que son dos personas las que cuentan (digamos que se turnan para dormir y comer), contar hasta 1 billón les llevaría 32 años sin parar de contar!

Los seres humanos no vivimos la gran mayoría ni siquiera 1 siglo, o sea 100 años, nuestra expectativa de vida es una buena referencia para apreciar que tan largos son 100 años (1 siglo), en esta escala la Tierra se formó hace 45 millones de siglos y se espera que siga existiendo por otros 45 millones de siglos más. Eso es mucho, mucho tiempo antes y después de nuestro tiempo actual.

Los anteriores son ejemplos de números muy grandes, un ejemplo de números muy pequeños sería por ejemplo tener 1 gramo de queso y dividirlo entre 1000 personas, a cada persona le tocaría una milésima de un gramo de queso o sea 0.001 gramos, en notación científica podemos indicar que a cada persona le tocaría $1x10^{-3}$ gramos de queso, una cantidad muy pequeña, aunque sigue siendo positiva (mayor que cero), hay cantidades

que pueden ser negativas (no alcanza el queso no importa que tan pequeños se corten los pedazos) o infinitas positivas o negativas.

Luego de sacudir un poco las matemáticas colegiales, el punto a recordar luego de tanto hablar de ceros aquí y allá, es que cantidades como 1 billón representan un número muy grande y cantidades como 10^{-9} uno muy pequeño, relativo a lo que representen claro. Cuando vemos la cantidad que estas cifras representan con ejemplos reales podemos comenzar a entender lo que estas indican en cantidades o en lapsos de tiempo.

Dicho todo esto analicemos qué tan grande es el lugar donde vivimos.

Estrellas, galaxias y planetas

Vivimos en un planeta (aunque esto suene obvio, bien pudiéramos vivir en una luna o en un asteroide) llamado la Tierra. Aquí es donde vivimos nuestra realidad y toda nuestra vida de principio a fin.

La Tierra es uno de 8 planetas[8] (Nota 16) que giran alrededor de una estrella promedio, el Sol este conjunto conforma nuestro Sistema Solar.

Hasta hace apenas unos 300 años se creía que la Tierra era el centro del universo, y que el Sol junto con los otros planetas y estrellas visibles giraban alrededor de nuestro planeta. Esa idea aunque hoy nos suene absurda, era comprensible en aquél momento, pues explicaba en apariencia cómo el Sol se movía a través del cielo creando el día y la noche y también explicaba el movimiento de las constelaciones.

Afortunadamente este egocentrismo cósmico quedó de lado y ahora sabemos y aceptamos que el Sol no se mueve y que no somos el centro del universo, muy al contrario somos una casi insignificante parte del mismo pues nuestro Sistema Solar no se encuentra aislado, somos parte de muchos otros sistemas solares y estrellas que se encuentran agrupadas en un cúmulo, en una galaxia similar a muchas otras.

Nuestra galaxia es la Vía Láctea, tiene la forma de un remolino

en espiral, en ella nuestro Sistema Solar se encuentra en las afueras de uno de sus brazos llamado Orion-Cigno.

La ilustración 13 presenta un concepto artístico de nuestra galaxia basado en cálculos y observaciones de galaxias similares. ¿Por qué no mostrar una foto real de nuestra galaxia? porque no existen fotografías reales de La Vía Láctea completa, ya que es tan grande que ninguno de nuestros telescopios espaciales ha ni siquiera salido de la galaxia para poder fotografiarla totalmente.

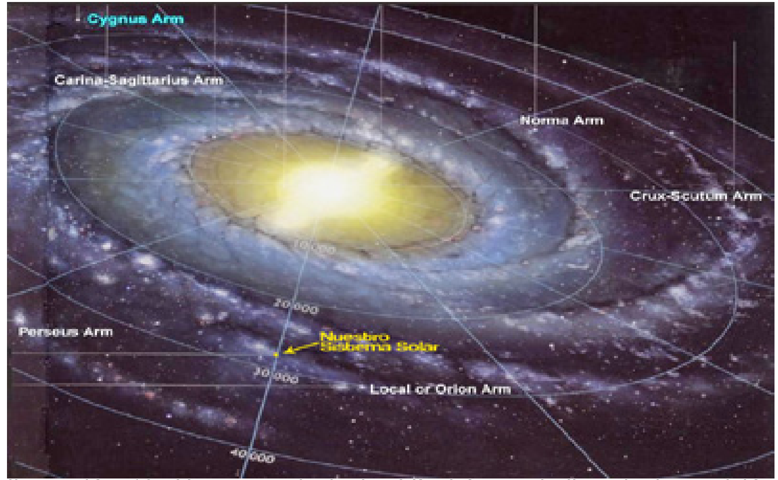


Ilustración 13: Nuestra galaxia La Vía Láctea, indicando la posición aproximada de nuestro sistema solar.

En nuestra galaxia, además de nuestra estrella el Sol, existen también más de 200 mil millones de estrellas similares (nuevos cálculos y observaciones recientes podrían subir la cantidad aceptada a entre 300 y400 mil millones). Recordando el ejemplo de contar anterior, nos llevaría 6400 años contando sin parar, contar la cantidad de estrellas que existen solamente en nuestra galaxia!

Pero en el universo no solo existe nuestra enorme galaxia, hay aproximadamente otras 100 mil millones de galaxias más como la nuestra, cada una de ellas con otras 100 mil millones de estrellas en promedio cada una! Y esa enorme cantidad existe solamente en el espacio que podemos ver con nuestros telescopios, cálculos y aparatos actuales en lo que se denomina “el universo conocido”, es muy probable que el número de galaxias sea mucho más grande en las secciones del universo que aún no podemos

sondear.

Una muestra de cómo es posible calcular la cantidad de galaxias viene de una famosa fotografía tomada por el telescopio espacial Hubble en el año 2005, se llama la foto de Campo Ultra Profundo (siglas HUDF en inglés), con una exposición de 1 millón de segundos es la fotografía del espacio abierto más detallada que existe hasta el momento, en ella se fotografió una zona al azar del espacio en apariencia vacío del tamaño de una moneda, la fotografía tomada con altas exposiciones reveló en ese pequeño espacio unas 10.000 galaxias (Nota 17). Hace 200 años nadie hubiera imaginado lo vasto del universo, ni que una fotografía como esa fuera algún día posible, finalmente nuestra generación puede maravillarse con lo gigantesco que es el universo.

Con esos datos podemos calcular la cantidad aproximada de estrellas en el universo, sería 100 billones (galaxias) x 100 billones (estrellas por galaxia) = 10,000,000,000,000,000,000,000 ó 10^{22}

La sonda Kepler ha revelado recientemente que la cantidad de planetas que existen en el universo es muy similar a la de estrellas, los resultados señalan que solamente en nuestra galaxia existen unos 17 mil millones de planetas de un tamaño y órbita similar al nuestro (Nota 18).

Omitiré el cálculo pero hágase la idea, o al menos esforcémonos por visualizar, que la Tierra es solo uno de miles de millones de millones de planetas que existen en el universo.

Es difícil imaginar la cantidad de planetas, lunas y estrellas que existen, debido al problema de las escalas que mencioné antes, pero para darnos una idea en nuestra escala se calcula que hay muchas más estrellas en el universo que todos los granos de arena de todas las playas del mundo juntas!

Repasando el orden jerárquico nuestra ubicación sería:

País → continente→ planeta Tierra→ Sistema Solar→ galaxia Vía Láctea→ Cúmulo local de galaxias → Supercluster de galaxias →Universo conocido

Es un honor citar al famoso astrónomo y comunicador Carl Sagan, quien luego de ver una foto de la Tierra a 6 billones de kilómetros de distancia tomada por la sonda Voyager 1 en 1990

donde apenas se veía nuestro planeta como un tenue pequeño punto azul, se sintió abrumado por la pequeñez de nuestro planeta en el universo y escribió:

"Mira de nuevo ese punto, eso es aquí, ese es nuestro hogar, esos somos nosotros. En él han vivido todos aquellos que amas, que conoces, que has oído mencionar, cada humano que alguna vez existió. Cada parte de tu felicidad y sufrimiento, miles de religiones confiadas, ideologías y doctrinas económicas, cada cazador y forajido, cada héroe y cobarde, cada creador y destructor de civilización, cada rey y súbdito, cada pareja joven enamorada, cada madre y padre, niño esperanzado, inventor y explorador, cada profesor de moral, cada político corrupto, cada "superstar", cada "líder supremo", cada santo y pecador en la historia de nuestra especie vivió allí – en un punto de polvo suspendido en el espacio" [9]

El privilegio de estar aquí

Debemos sentirnos privilegiados de existir en el universo y de estar aquí, somos muy afortunados, de hecho somos demasiado afortunados, pues si las leyes del universo fueran apenas ligeramente diferentes a como lo son, no estaríamos aquí para contar nuestra historia ni tampoco existirían los planetas ni las estrellas.

Algunos ejemplos de nuestra suerte:

-Si la fuerza nuclear que junta los quarks del núcleo del átomo variara en tan solo un 0.5% el proceso de crear los elementos químicos no ocurriría.

-Si los protones fueran apenas 0.2% más pesados de lo que son desestabilizarían los átomos.

-Si existieran más de 3 dimensiones con las mismas escalas de las que conocemos la fuerza de gravedad no permitiría órbitas elípticas estables en sistemas solares como el nuestro.

-Si la fuerza de gravedad variara por solo una parte en $1x10^{40}$ las estrellas tampoco podrían formarse[10].

Y así pasa sucesivamente con muchas variables que gobiernan y rigen los mecanismos del universo, si estas por alguna razón fueran diferentes a como lo son, la historia de nuestro universo -y por tanto la nuestra- sería otra, o mejor dicho, ninguna.

Otro factor a nuestro favor es nuestro planeta, pues aunque existen otros miles de millones de millones de planetas, solo algunos podrían permitir formas de vida como la nuestra, esto debido a muchos factores, entre ellos: -Las órbitas alrededor de soles. Si tienen órbitas que los acerca mucho a su sol serían demasiado calientes y si fuese al contrario estarían muy lejos y serían muy fríos.

-Su tamaño y rotación. De estos depende en gran parte la temperatura en la superficie, pues podría caer a puntos congelantes por la noche y extremadamente agobiantes de calor en el día.

-La composición del planeta. Pudieran ser enormes bolas de gases, ser rocosos sin líquidos o simplemente no tener los elementos químicos necesarios para albergar vida.

Las probabilidades de encontrar otro planeta como el nuestro son pocas (Nota 18), las probabilidades de que si se encuentra exista en el mismo algún tipo de vida -aunque sea muy sencilla- son menores. Las probabilidades de que se encuentre a una distancia que nos permita comprobar si existen formas de vida mandando alguna sonda espacial son prácticamente nulas -por lo menos con nuestra tecnología espacial actual-, y las posibilidades de que por algún golpe de suerte encontremos un planeta con vida como el nuestro y enviar humanos son nulas, al menos para los que estamos vivos en este momento pues no tenemos la capacidad tecnológica para realizar semejante viaje interplanetario.

Aun con todo esto las esperanzas de viajar por el espacio a otros planetas fuera de nuestro sistema solar no están del todo perdidas para las futuras generaciones, pues motores de plasma como el *VASIMR*® (siglas de Motor de Magneto Plasma de Impulso Específico Variable) que desarrolla el astronauta costarricense Franklin Chang pueden algún día permitirnos viajar a lugares que de momento nos es imposible (Nota 19).

Es un privilegio estar donde estamos y en el momento que estamos, es una lotería que ganamos sin haber comprado ningún tiquete. ¡Hoy es nuestro día de suerte! De hecho cualquier día es nuestro día de suerte si se consideran las probabilidades de que usted, yo, y todo lo que existe, exista.

Desde este ángulo el universo parece estar meticulosamente

hecho a la medida, creado justo para que los seres humanos puedan existir, este es uno de los argumentos que muchas religiones utilizan -luego que muchos otros ya no les funcionan pues han sido descartados popularmente- para tratar de demostrar que el universo ha sido creado para nosotros, deduciendo por tanto la existencia de un Creador.

La polémica sobre la interpretación de este aparente “universo afinado” a la medida es muy común entre grupos científicos y religiosos. Muchos de los científicos –quienes mostraron en primer lugar la necesidad de inmutabilidad de las leyes físicas- simplemente aducen que esta aparente afinación es una ilusión (“una muy buena” dijo Einstein), pues si esto fuese cierto entonces una de las preguntas consecuentes sería ¿por qué hay tanto lugar en el universo sin seres humanos?, los segundos aducen ante esto a lo sumo una visión de un Creador que sencillamente le gusta fanfarronear de su grandeza creando majestuosas e imponentes obras galácticas para ser admiradas por seres humanos que viven en un insignificante rincón del universo.

(Cuando abordemos el tema del Multiverso más adelante, veremos una probable solución alterna a esta aparente afinación del universo hecho para los humanos.)

Desde un punto más filosófico este asunto de nuestra “suerte” universal se aborda muy a menudo sobre una idea llamada *razonamiento antrópico.*

Razonamiento antrópico

¿Por qué el universo es como es y no diferente?
Esta pregunta de corte filosófico ha generado un tipo de razonamiento conocido como el *Principio Antrópico.*

Hay dos versiones de la idea, una es denominada “débil” y otra “fuerte”. No hay una definición global del texto en la que todos –astrofísicos y no astrofísicos- concuerden, pero el principio generalmente se entiende como:

-Débil: El universo tiene las leyes y el comportamiento que tiene porque solamente con estas leyes y comportamiento es posible

que surjan seres como los humanos para darse cuenta que el universo tiene esas leyes y comportamientos (Nota 20). En otras palabras, bajo este razonamiento el universo es como es porque de lo contrario no estaríamos aquí para saber cómo es.

-Fuerte: Debe existir al menos un posible universo hecho con el propósito de que existan “observadores” de ese universo, los observadores a su vez son necesarios para que ese universo exista.

Este tipo de razonamiento resuena a preguntas como “¿si se cae un árbol en el bosque hace ruido al caer si no hay nadie para oírlo?”

Estos razonamientos han surgido para resaltar lo obvio en una pregunta, aunque las preguntas puedan no contener respuestas claras como la de “qué fue antes: el huevo o la gallina?”. Es algo como que yo piense que usted está leyendo este párrafo porque yo lo estoy escribiendo y usted lo está leyendo, y yo sé que lo lee porque de lo contrario no estaría usted oyendo una voz en su cabeza que en un instante oirá la palabra “CALABAZA”.

Todas estas son variables de un razonamiento antrópico de porqué existen las cosas en el universo de la manera que existen.

La expansión del universo

El universo no es un lugar estático ni mucho menos tranquilo contrario a lo pensaban hasta hace unos 300 años científicos como Newton que lo veían como algo que siempre ha sido y siempre será igual. Es al contrario un lugar caótico –entrópicamente hablando-, exótico y cambiante.

Nada en el universo se queda quieto. Galaxias chocan contra otras todo el tiempo, no hay estrellas que brillen por siempre, ni agujeros negros que duren por siempre, ni planetas que no colapsen. Todo es simplemente cuestión de tiempo, y el universo tiene todo el tiempo “del universo” para hacerlo -valga la redundancia-. El universo tiene todo el tiempo para volver a formar planetas, algunos como el nuestro con seres pensantes como nosotros. Tiene tiempo para ver diversas formas de vida surgir y desaparecer, y tiempo para empezar de nuevo el ciclo en

otro lugar, una y otra vez.

El universo es cambiante, una prueba de esto es que se está expandiendo, haciéndose más grande, creando nuevas cosas en distantes regiones y alejando las galaxias unas de las otras cada vez más rápido.

El debate entre si el universo era cambiante o un lugar estático fue largo.

En su momento Einstein se encontró frente a una deducción indirecta de sus propias teorías por parte de otros colegas físicos: la gravedad podría eventualmente re colapsar las galaxias unas contra otras. La idea tiene sentido para la persona promedio considerando que la gravedad es una fuerza que atrae las cosas unas con otras, dado el suficiente tiempo ¿no se deberían de atraer todas las galaxias una con otra? Esa era la pregunta, y la respuesta implicaba que el universo dejara de ser concebido como fijo, estable y estático.

Siendo Einstein partidario de una visión más conservadora del universo, en 1917 introdujo en sus ecuaciones matemáticas algo llamado la “Constante Cosmológica”. Esta definía la existencia de un tipo exótico de energía llenando el espacio (Einstein no especificó de dónde provenía esta energía) y que creaba un tipo de gravedad repulsiva, balanceando así la gravedad atractiva y manteniendo a las galaxias a salvo, sin colapsar. Esto reconfortaba a Einstein pues gracias a su constante el universo volvía a ser un lugar estático.

Sin embargo en 1929 el astrónomo Edwin Hubble (cuyo nombre lleva en honor el mejor telescopio espacial que existe hasta el momento), notó que las pocas docenas de galaxias que pudo detectar con los telescopios de entonces (el más grande era de 100 pulgadas) se estaban distanciando entre ellas. Hubble también notó que entre más distante la galaxia, más rápido se alejaba de las otras a una velocidad proporcional a una constante hoy conocida como la *Constante de Hubble* (sin relación con la Constante Cosmológica de Einstein).

Otro factor que contribuyó a probar la teoría de la expansión del universo fueron los cálculos de velocidad de las galaxias usando el Efecto Doppler.

Este efecto es el que causa por ejemplo que cuando un tren o un

avión se aproxima a gran velocidad hacia nosotros su silbato (o el sonido de los motores en el caso del avión) suene agudo, pero cuando nos pasa de lado y se aleja, el sonido del silbato suena más grave, el silbato no cambia de sonido pues sigue siendo el mismo silbato, solo percibimos su sonido diferente porque la magnitud de las ondas de sonido del silbato cambian, es decir son más cortas o más largas dependiendo de la velocidad del tren respecto a nosotros.

El Efecto Doppler usa ese mismo mecanismo no solo en ondas de audio sino también en ondas de luz. Cuando las galaxias se alejan las ondas de luz que emiten y percibimos se "estiran" cambiando su espectro luminoso a un tono más rojizo. Esto fue lo observado por Hubble, pues las galaxias entre más distantes más se acercaban hacia el rojizo de sus ondas de luz, indicando que se movían más rápido que las otras más cercanas con espectros de luz diferentes.

Einstein eventualmente (mucho antes de Hubble) desechó su Constante Cosmológica llamándola literalmente "su mayor error". Aunque con ese "error" bien hubiera podido predecir la expansión del universo casi 60 años antes de no haber antepuesto sus opiniones personales sobre el comportamiento del universo y sobre la realidad de los cálculos y las predicciones matemáticas del momento.

Probar la expansión acelerada del universo les mereció el Premio Nobel de Física 2011 a 3 científicos norteamericanos: Saul Perlmutter, Brian Schmidt y Adam Reiss. Aunque como vimos esta teoría tiene sus raíces desde muchos antes, ellos se acreditaron el premio por poner el clavo final en la teoría con el hallazgo que habían publicado en 1998 luego de estudiar Supernovas tipo 1A.Estas Supernovas son explosiones estelares que por corto tiempo brillan tanto como 10 mil millones de soles (algunas brillan incluso más que todas las estrellas de su propia galaxia juntas).Gracias a estas explosiones pudieron determinar la distancia entre las galaxias y medir su aceleración, confirmando finalmente que el universo se expande aceleradamente.

Algo interesante de esta expansión del universo es que al igual que muchas otras cosas en la ciencia moderna implica que hay algo extraño en el universo, en este caso lo extraño es ¿qué es lo que lo hace expandirse?

El lado oscuro del espacio

“El lado oscuro nubla todo. Imposible ver el futuro es.” –Yoda

Diversos cálculos y observaciones astronómicas-como el peso de las galaxias usando la fuerza de gravedad entre muchos otros-, mostraron que la expansión del universo es causada por “algo” que empuja las galaxias distanciándolas entre sí. Este “algo” es un tipo de energía desconocida que hoy se define como “energía oscura”, un buen término para definir esta extraña fuerza, pues es algo que en realidad de momento, aunque hay varios candidatos, no se sabe exactamente qué es ni de qué se compone.

Esta energía oscura no es lo único “oscuro” en el universo pues también existe la “materia oscura”, que como podrá adivinar, tampoco se sabe de qué está hecha.

La materia oscura es predicha porque los astrónomos al calcular las velocidades y fuerzas gravitacionales de objetos supermasivos-como grupos de galaxias- usando la materia visible en ellas y la Teoría de Relatividad los resultados no concuerdan, pues para que las observaciones concuerden hace falta alrededor de un 23% de materia en el universo existiendo entre las galaxias. Cuando se calcula la fuerza necesaria para explicar la expansión del universo se toma en cuenta el porcentaje de materia ordinaria y materia oscura que existe, el problema resulta cuando estas cantidades de materia son muy pocas para explicar la enorme fuerza repulsiva entre las galaxias y lo que compensa la ecuación (al igual que otros problemas como la forma del universo), es que exista energía oscura en grandes cantidades, tan grandes como un 75% de la energía total del universo.

Esta cantidad de materia faltante también compensa los cálculos necesarios para explicar los resultados de satélites que miden la radiación cósmica del espacio.

Dicha materia oscura no está hecha por ninguna de las partículas que se conocen –claro está pues si lo fuera sería una materia conocida-, hay muchos experimentos llevándose a cabo en estos momentos tratando de encontrar sus componentes, es posible que el nuevo acelerador de partículas LHC de Suiza revele alguna nueva partícula que pudiera ser responsable por esta materia que predomina en el universo y que sin notarlo pasa a través de nosotros todo el tiempo.

Sigue siendo un misterio el porqué la mayoría de la materia y energía que existe en el universo esté hecha de algo que aún no se conoce. Algo fundamentalmente existencial es que cuando se suman estos componentes oscuros se deduce que si el 75% de la energía del universo no proviene de energía ordinaria y si el 24% de la materia es desconocida, entonces todo esto solo deja apenas un 1% para la materia-o energía- visible ordinaria como galaxias, planetas, estrellas, humanos, etc. (Nota 21)

Este corto párrafo anterior implica algo enormemente interesante, si todo lo material ordinario que existe en el universo representa apenas un 1% del mismo, y si la Tierra compone una minúscula casi inexistente fracción de ese 1%, ¿por qué debemos pensar que este universo fue creado para nosotros ?Una respuesta se basa en algo llamado el Principio Antrópico (tema que visitaremos en el capítulo 3), por ahora trataré de apegarme más a hechos cosmológicos que a conceptos filosóficos.

¿Qué implica que el universo se expanda?

La expansión del universo refuerza la teoría del Big Bang (de por sí ya bien fundada por otras razones) y apoya la cosmología inflacionaria (la etapa posterior al Big Bang).

La expansión del universo es una pieza más que encaja perfectamente en el rompecabezas cósmico moderno, pero también lleva a dramáticas conclusiones sobre el futuro del universo, como que las galaxias se alejan aceleradamente una de las otras (cabe notar que en realidad lo que sucede es que la 'fibra' del espacio se estira como la superficie de un globo al inflarse alejando las galaxias entre sí) esto implica que en unos 100 billones de años las galaxias estarán tan distanciadas entre sí que para cualquier observador que viva entonces en cualquier planeta de cualquier galaxia del universo, este universo será un lugar vacío y frío. Para ese observador futurista solo existirá –según sus observaciones astronómicas- su propia galaxia, ya que las otras están hoy alejándose tan rápido que en un futuro estarán tan distantes unas de otras que no será posible saber de ellas. Para ese futuro observador no existirá evidencia de que el universo se originó en un Big Bang.

Los astrónomos del futuro, estén donde estén, tendrán una idea del universo errónea pero justificable; justo como la que vivimos 300 años atrás cuando creíamos ser el único planeta en el universo.

Es solo en esta época, en nuestro tiempo, cuando aún las galaxias siguen lo suficientemente juntas para verlas alejarse, que podemos darnos cuenta que existen otras galaxias y que todo proviene de un Big Bang.

"Vivimos en un momento muy especial: el único momento donde podemos verificar que vivimos en un momento muy especial."- Lawrence Krauss, astrofísico y autor[11]

El fin de la Tierra

"El futuro no es lo que solía ser." – Yogi Berra

Todo lo que comienza tiene un final, incluido el universo mismo.

Nuestro bello planeta Tierra tampoco es la excepción pues este no será habitable por siempre y en algún momento -muy distante para tranquilidad nuestra- colapsará y será el fin de todas las cosas que inventamos, entonces será el fin de la realidad misma para los seres que puedan vivir en este planeta cuando llegue irremediablemente a su fin.

Siempre que veo en películas o en la calle a algunos tipos poco cuerdos y/o religiosos fanáticos (como el predicador cristiano Harold Camping que predijo el fin del mundo para el año 2011 e hizo que mucha gente crédula vendiera todo lo que tenía para ir al cielo) con pancartas que dicen cosas como "el fin del mundo se acerca" o predicándolo públicamente, no puedo dejar de pensar que tienen razón en el hecho, pero no en el momento y mucho menos en la razón.

La Tierra tendrá un final, no es un planeta que pueda albergar vida como la nuestra eternamente. Suponiendo que los humanos no morimos primero en alguna catástrofe como el choque de algún asteroide, por algún virus mortal incurable, o por nuestra propia mano como especie violenta y consumidora de recursos naturales que somos, igual nuestro tiempo en este planeta es limitado.

Cálculos recientes indican que dentro de 1 billón de años nuestro Sol -que alimentó inicialmente la vida en la Tierra- calentará tanto que evaporará el agua de los océanos creando un efecto en dominó que hará la vida imposible[12], y aún si algo lograra sobrevivir a estas condiciones extremas la fuerza de la gravedad que nos acerca al Sol hará que nuestro bello planeta sea evaporado totalmente por este (una vez que se haya convertido en un “gigante rojo” de mayor tamaño) dentro de unos 7.6 billones de años.



Si para entonces el ser humano, o mejor dicho sus sucesores, no ha aprendido a tener colonias en otros planetas o sus lunas, será inevitable el fin de la raza humana: de todos sus recuerdos, sus vivencias, sus intentos por vivir mejor, por entender el universo, todo perdido… para siempre.

El Big Bang

En el capítulo anterior vimos de dónde provienen los elementos químicos y los componentes de los cuales estamos hechos. Estos componentes también son los ingredientes del lugar donde estamos, de nuestro planeta, nuestra galaxia y nuestro universo. Brevemente mencioné que algunos de esos elementos químicos surgieron del Big Bang, es por tanto el momento de repasar este gran BANG ! El origen de todo.

Hace muchos años, cuando no existía la electricidad, ni los telescopios, ni la medicina moderna, ni microscopios y el entendimiento de las matemáticas era apenas básico; era muy difícil tratar de contestar una pregunta tan compleja y trascendental como el origen de todo lo que existe. Así que nuestros rudimentarios antepasados hicieron algo muy conveniente para satisfacer la curiosidad de sus pueblos: inventaron historias fantásticas sobre el origen del universo. En algunas de esas historias hay dioses que vomitan planetas, en otras serpientes gigantes luchan con

dioses que crean universos, otras dicen que todo se hizo en 7 días y en otros somos solo pulgas de dioses que se transformaron en el universo, así hay tantas historias antiguas sobre la creación del universo a como hay culturas antiguas que las inventaron[13].

Tengo un gran respeto por nuestros antepasados –generalmente hablando-, aunque cuando recuerdo sus violentos actos de barbarie y desmedida falta de sentido común ante fenómenos naturales como un eclipse de sol, entre otros, me causan algo de gracia y lástima a la vez. Sin embargo comprendo el hecho de que ante muchas preguntas trascendentales y dadas las herramientas y tecnología que tenían a disposición en su momento, ellos hicieron lo mejor que pudieron por tratar de interactuar con el mundo natural.

Aunque algunas de esas antiguas preguntas siguen estando sin total claridad en nuestra época, dichosamente las cosas naturales ya no son un gran e inexorable misterio.

Hoy en día existen teorías muy sólidas y bien fundadas para contestar preguntas trascendentales, la mayor de ellas quizá sea:¿de dónde vino todo lo que existe?. La respuesta: El Big Bang.

La *Teoría del Big Bang* estipula que hace entre 13.8 millones de años todo lo que existe estaba comprimido en un espacio sumamente pequeño, tan pequeño como una subpartícula atómica. Este punto era increíblemente denso y caliente y al explotar en un colosal “Bang!” inició el tiempo y el espacio mismo, junto con toda la energía y masa que existe en el universo actual. Esa es la idea básica, propuesta en 1931 por Georges Lemaître, un físico belga que curiosamente también era un cura católico.

Luego del Bang inicial los cálculos indican que hubo una etapa de rápida expansión que hoy llamamos *Teoría Inflacionaria* (omito los detalles por motivos prácticos pero retornaremos a ella brevemente más adelante).

Existen muchas razones por las cuales sabemos que el Big Bang ocurrió: la expansión acelerada del universo (lo que indica que antes todo estaba junto en un mismo lugar), el que recibamos la luz de estrellas a millones de años luz de distancia, el cambio de entropía (pronto entraremos en este concepto de momento imagínelo como el aumento del desorden en el universo), la temperatura del espacio y la radiación de microondas del fondo

espacial (cuando algo explota genera calor y luego se enfría lentamente), entre otras.

Acepto en este punto que la explicación del Big Bang ha sido de momento muy ligera, existen libros enteros dedicados solo a ese tema, pero detallar más sobre los mecanismos del Big Bang implicaría ahondar en temas complejos de astrofísica, los cuales no son el tema principal de este libro. Concluyo este tema con la nota de que el Big Bang ha resistido por más de 100 años todas las pruebas teóricas y experimentales, y que muchas otras teorías de astrofísica que no tienen relación directa se entrelazan y concuerdan elegantemente con el modelo del Big Bang.

Antes del Big Bang

"Uno crea de la nada. Si tratas de crear a partir de algo simplemente estás cambiando algo. Por tanto para crear algo primero tienes que poder crear nada" -Werner Erhard

A lo largo de este libro he tratado de empujar más y más las barreras de lo que es posible preguntar y postularle una posible respuesta, como si anduviéramos buscando siempre la última de las muñecas Matrioska. Con el Big Bang haremos lo mismo, llegando a los extremos del razonamiento reduccionista partiendo de que si el Big Bang es el comienzo de todo lo que existe entonces…¿De dónde vino lo que hizo Bang ? ¿Qué había antes del Big Bang?, o mejor aún: ¿Por qué existe todo, en lugar de no existir nada?

Después de todo uno pensaría que es más fácil que no existiera nada a que existieran cosas, y menos cosas tan complicadas como galaxias, planetas y seres humanos, pues obviamente es más fácil que no exista *nada*, a que exista *algo*.

Francamente no existe al día de hoy una respuesta certera a estas preguntas. No se sabe por qué el Big Bang hizo "*Bang"* o de dónde provino eso que hizo explosión y puso todo lo que existe aquí, en este universo.

Esta falta de certidumbre es un portillo muy utilizado por las religiones –de ahora y de antes- para justificar sus dioses, aludiendo que alguien -o algo- debió de iniciar el proceso de crearlo todo, tomándose así la enorme molestia de hacer *algo*

en lugar de *nada*. No digo que -a manera personal- esta no sea otra posibilidad, de hecho es una que analizaré en capítulos posteriores.

Llegar a probar con certidumbre, no con suposiciones sobrenaturales, los orígenes de todo lo que existe es una tarea monumental, y es quizá el mayor logro colectivo que cualquier civilización en este universo pueda alcanzar. Veamos a continuación lo mejor que la ciencia (humana) ha podido teorizar sobre estas profundas preguntas.

Una respuesta a qué había antes del Big Bang, nos devuelve a una reformulación del problema, indicando que la pregunta misma no es válida. Puesto que el Big Bang se considera el origen del tiempo mismo, no podríamos preguntar que había antes de que existiera el tiempo pues ninguna cosa tendría un tiempo donde existir. Científicamente hablando es como formular qué hay más al sur del Polo Sur, o de qué color es el número 8. El famoso cosmólogo Stephen Hawking se refiere a esto diciendo que "…solamente sabemos que ha sucedido desde el Big Bang…hasta donde nos concierne lo que sucediera antes no tiene consecuencias y no debería ser parte de un modelo científico del universo.1[4]" Lo mismo aplica para el espacio, al ser un componente físico se creó en ese momento creando un lugar para que las cosas tuvieran separación entre ellas, antes de crearse el espacio nada podría estar separado de otras cosas.

Una posible respuesta a ¿de dónde provino la singularidad que hizo Bang? nos lleva a recordar el capítulo anterior sobre mecánica cuántica. Siendo el universo al momento del Big Bang más pequeño que una partícula atómica en ese momento su comportamiento entra en la escala donde debe considerarse un evento cuántico[15], recordemos que las *fluctuaciones cuánticas* permiten que partículas aparezcan espontáneamente de la "nada", para algunos físicos este es el mecanismo de donde surge el Big Bang y por el cual se obtiene algo, incluso algo tan complejo como todo un universo, de nada. (Nota 22)

Otro dato a mencionar es que la *Ley de Conservación de Carga* indica que en un sistema la carga no cambia (incluso si partículas son creadas en el sistema deben crearse una de cada una + y -). Si el universo proviene de nada su carga

total actual en grandes escalas debería ser cero (0), lo cual concuerda con la evidencia actual de que el universo tiene una forma "plana" y contiene igual cantidad de cargas positivas (+ Protones) y negativas (- Electrones), todo apunta a que –en grandes escalas- nuestro universo es eléctricamente neutro.[16]

Otra explicación sobre el origen del Big Bang y por tanto de todo lo que existe, es una que también nos provee con algunas piezas faltantes en el rompecabezas del origen del universo, de acuerdo a algunas teorías que ganan fuerza entre físicos y cosmólogos el Big Bang podría no ser un evento único y "el universo" que conocemos, podría ser más bien "nuestro universo" pues no sería el único sino solamente uno entre miles de millones más que existen en un conjunto de universos llamado el Multiverso.

El Multiverso

Justo cuando pareciera que estábamos frente a la última y más pequeña de las muñecas Matrioska (prometo tratar de no usar más esta analogía, aunque sigue siendo la mejor visualizo) nos topamos con un secreto bien oculto. Pudiera ser que la muñeca más grande, la primera, es solo una de muchas otras que existen, todas muy similares pero pintadas diferente y la nuestra, la de nuestro universo, es la que tiene los "colores" necesarios para que florezca vida como la nuestra.

Hablar de universos paralelos es resonar a muy trillada ciencia ficción, de hecho muchísimos libros y películas de ciencia ficción han explotado esta fantástica idea para exponer las implicaciones que esto tendría si pudiéramos movernos entre estos universos. Películas como Mr.Nobody, Source Code, The Butterfly Effect, etc. ponen a sus protagonistas a viajar entre dimensiones-tiempo paralelas, algunas logran eficientemente transmitir el punto del escritor al dejarnos preguntándonos cuál de todas es la verdadera, o ¿cuál de todos mis otros yo es realmente yo?

Aún con lo ficticio que parezca, la existencia de universos paralelos tiene una buena fundamentación teórica, algunas de las teorías del Multiverso ("múltiples universos") son consecuencia de otras teorías bien fundadas sobre física o cosmología, y lo digo en plural porque no solo existe una teoría de universos paralelos

sino varias.

Antes de presentar algunas de estas teorías (omito un repaso de todas, con que podamos entender el concepto del Multiverso es suficiente para nuestros propósitos, aunque considere que hay al menos 9 teorías diferentes y que están de alguna manera interconectadas). Me parece necesario una pausa para justificar la inclusión del Multiverso en este capítulo, el tema de este capítulo es "donde somos", ciertamente no somos, no existimos, no vivimos en otro universo sino en el nuestro, en el que existe una Vía Láctea con un planeta Tierra con usted en él. Pero el Multiverso nos ayuda a entender el porqué y el cómo existe nuestro universo, nos puede ofrecer una solución a lo "raro" del átomo y a contestar porqué existe todo en lugar de no existir nada.

El Multiverso Inflatorio

La teoría del Big Bang fue refinada en el año 1979 por el físico Alan Guth, Guth encontró en sus ecuaciones que instantes después de la enorme explosión que puso el proceso de expansión en marcha ocurrió una etapa de rápida expansión del espacio en un cortísimo periodo de tiempo. Este sería el "bang" del cual eventualmente salieron las partículas que formaron los átomos que crearon eventualmente todo lo que conocemos, incluyéndonos. Este proceso es conocido como el periodo de inflación (en términos físicos la inflación sucede sobre un campo llamado inflaton), la inflación es una teoría que complementa la teoría del Big Bang en varios aspectos, una consecuencia teórica de esta teoría –valga la redundancia- es que indica que el universo debería de estar lleno de una radiación de microondas con una uniformidad específica, este es un hecho que luego fue probado por la sonda WMAP de NASA en 2010 (Nota 23).

Una deducción de esta teoría inflacionaria es que esta etapa de inflación no solo sucede una sola vez sino muchas veces, nuestro universo sería producto de una etapa inflacionaria que ocurrió hace unos 14 billones de años, luego de crear nuestro universo, la inflación pasa por un estado donde no crea materia pero sigue expandiéndose para eventualmente hacer lo mismo y crear otro universo y así sucesivamente va creando universo tras universo. Estos estarían tan distanciados entre ellos y alejándose más rápido incluso que la velocidad de la luz (en este sentido esta

velocidad supralumínica es permitida por la *Relatividad General*) que en estos universos no sería posible saber de la existencia de los otros.

A estos universos se les llama también universos "burbuja" pues son análogos burbujas que salen a flote aquí y allá en el espacio, algunos más grandes o pequeños, con las mismas constantes y variables matemáticas y físicas o con diferentes.

Imagine un avión que escribe un mensaje en el cielo con humo, el avión se mueve rápidamente y de vez en cuando deja salir humo de un recipiente para escribir una letra en el cielo, luego deja de tirar humo y se mueve sin escribir nada dejando un espacio vacío entre letras, luego repite el proceso para crear una a una todas las letras del mensaje. Cada letra representa en este ejemplo un universo creado por partículas (humo), si el avión volara sumamente rápido la distancia entre letra y letra sería muy amplia y se ensancharía cada vez más por el viento, al punto que una letra no "sabría" que existe la otra, desde su punto de vista el avión solo escribió una letra. Cada letra (universo) es diferente pero todas están hechas de lo mismo, eventualmente si el mensaje es lo suficientemente largo, algunas letras tienen que repetirse pues la cantidad de letras en un abecedario es limitada no infinita.

Siendo así que algunos universos tendrían un inicio como el nuestro y una configuración de arreglos e historia de todas sus partículas igual o muy similar a la que tenemos en el nuestro, es decir a todas luces un universo igual o casi idéntico al nuestro con copias de todo lo que existe aquí pero en otro lugar y en otro momento. Estos son los universos paralelos donde en teoría existe una copia suya que vive una vida diferente. El universo donde Elvis sigue vivo, o donde las torres gemelas nunca cayeron, otro universo donde Hitler era judío o quizás exista el universo donde tuvimos la suerte de casarnos con aquella novia que nos abandonó en nuestro universo.

El Multiverso cuántico

Hace poco dije que el asunto de los múltiples universos podría darnos una solución a lo "raro" del átomo, por lo menos a gran parte de su extraño comportamiento que depende de un observador. Repasemos el experimento de la doble ranura: una partícula

atómica se dispara a una placa con dos ranuras, si solo una ranura existe el resultado es un patrón de impactos al otro lado de la placa en la forma de la misma ranura, si hay dos ranuras el resultado es un patrón de interferencia (varias líneas) típico de una onda donde una partícula pasa por ambas ranuras a la vez para luego interferir consigo misma, pero donde si se colocan sensores para descubrir por cuál de las ranuras cruzan las partículas entonces estas vuelven a comportarse como partículas individuales y cruzan solo una ranura a la vez dejando un registro de dos líneas al otro lado de la placa.

En 1954 un joven recién graduado llamado Hugh Everett III propuso que un entendimiento completo de la mecánica cuántica requeriría de una enorme cantidad de universos paralelos. En este escenario existen varias realidades paralelas, con varios observadores y varios sensores haciendo el experimento, para unos la partícula pasa por la ranura izquierda y para otros por la derecha cuando se instalan los sensores, pero cuando no hay sensores la partícula toma todos los caminos posibles, o sea pasa por la ranura izquierda Y la derecha, al no haber un solo observador sino dos toma ambas opciones, en este escenario igual sucede si la placa del experimento tuviese 2, 3, 4 o 1000 ranuras, si todas son probabilidades de por donde pasar, la partícula pasa por todas las ranuras a la vez, mas cuando hay una medición, es decir algo que la obliga a definir una posición específica ante un observador entonces solamente toma un camino, el estadísticamente más probable para el observador en ese momento.

Esto es decir que todo lo que es posible, todas las probabilidades posibles de que algo suceda, cuánticamente hablando, sucede en su propia realidad, en su propio mundo.

Este enfoque es conocido como el enfoque de los “muchos mundos”, un ejemplo de cómo nuestra realidad podría estar ligada a muchos otros universos, donde la medida de que las posibilidades de que algo suceda en nuestro mundo son posibilidades también de que suceda en otro. En este escenario si tiras una moneda al aire y cae en cara, necesariamente en algún otro mundo paralelo la moneda cae en cruz, pues todo lo que es estadísticamente posible (cuánticamente hablando) sucede. Esto “raro” de que por ejemplo un electrón pareciera estar en varios lugares a la vez significaría que se encuentra en varios universos

paralelos a la vez en diferentes lugares cada uno, y como no podemos medir su posición con exactitud según la incertidumbre cuántica, entonces existe en todos esos lugares a la vez, pero en nuestra realidad lo que percibimos es la posibilidad más acertada de que se encuentre en un lugar específico.

¿Recuerdan al gato de Schrödinger? con los multiversos cuánticos la explicación a esa paradoja sería que el gato se encuentra vivo y muerto a la vez, pero vivo en un universo y muerto en el otro. ¿Será por eso que se dice que los gatos tienen muchas vidas?

Consecuencias de los multiversos

Sé que esto suena de alguna manera muy improbable, loco sin razón o a mera literatura sensacionalista, lo sé porque eso fue lo que pensé la primera vez que oí sobre universos paralelos. Sin embargo, si hasta ahora la lectura le ha resultado interesante, sabrá que el tema lo he insinuado anteriormente, puesto que son una posible solución a preguntas que hemos formulado anteriormente sobre la rareza de los átomos que nos conforman y nuestro universo donde vivimos con sus leyes específicas.

Si vivimos en uno de miles de millones de infinita cantidad de universos esto implica entre otras cosas que:

1. Las leyes de la física y las constantes matemáticas que conocemos como la fuerza del electromagnetismo o la fuerza de gravedad, tienen el valor que tienen simplemente porque es el que tienen en <u>este</u> universo. En otros universos varían y estas fuerzas, leyes, constantes darían paso a formas de vida y planetas potencialmente muy diferentes.
2. Cuando el átomo se rige no por posiciones definidas debido al principio de la incertidumbre, sino por posibilidades de locación, es porque todas sus locaciones existen en otros lugares, en otros universos, y la locación que percibimos al hacer una medición es la más cercana -en términos de probabilidad- a nuestro universo.
3. El Big Bang, el inicio de todo, pudiera no ser un evento único, el origen de los Big Bangs se ha postulado matemáticamente como universos que chocan entre sí, dando paso a universos nuevos como el nuestro el cual es resultado de uno de estos Big Bang que ocurrió hace casi 14 billones de años. (Nota 24)
4. La cantidad de disposiciones, de combinaciones, de

secuencias, de ordenamientos, etc., de un grupo de átomos al formar elementos, moléculas y hasta complejos seres vivos como humanos es, aunque enormemente grande, finita (Nota 25). Si hay una cantidad infinita de universos, cada uno con combinaciones diferentes eventualmente alguno de ellos debe tener las mismas combinaciones que el nuestro y este sería un universo muy similar en todo al nuestro, tanto así que pudiera contener una copia suya que vive en una casa como la suya, alguien con la misma disposición de sus átomos, alguien que a todas luces es otro usted.

5. Ante la pregunta que cautivó al filósofo alemán Gottfried Leibniz en 1914 "¿por qué existe algo en lugar de nada?", una solución entre lo científico y lo filosofal usando la teoría de los multiversos es que en un híper-mega-ultra-archi-infinitamente-gran multiverso puede existir un universo constituido de nada, un universo vacío. "Nada" en esta paradoja se resuelve cuando existe junto a "algo", ambos existirían resolviendo la enigmática pregunta.

La validez de los multiversos

Las teorías sobre multiversos son varias, algunas son basadas en el modelo inflacionario del Big Bang, otras en teoría de cuerdas, otras en física cuántica y otras en el comportamiento de agujeros negros espaciales. Es curioso que tantas ramas de la física y la cosmología predigan como consecuencia de sus matemáticas y modelos un multiverso, digo curioso porque aunque siguen sin probarse, ¿por qué tantos campos de estudio los predicen? Si estos universos existen como las matemáticas nos indican, estarían demasiado lejos para verlos o recibir señales de algún tipo, o estarían al contrario muy cerca pero en dimensiones paralelas a las que no tenemos acceso por tener otras leyes físicas.

Esto hace prácticamente imposible el probar la teoría del multiverso de manera definitiva, aunque teóricamente como vimos anteriormente tienen su fundamento y explican muchos de los vacíos de otras teorías.

Sin embargo con nuestra tecnología actual hay algo que podemos tratar para probar la teoría gracias al Large Hadron Collider (LHC) el nuevo acelerador de partículas de la

Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN). En una de las millones de colisiones que lleva a cabo al día el acelerador es posible que una de ellas registre un resultado donde haya un faltante de energía luego de la colisión, algo que iría en contra de la primera ley de la termodinámica, pero que si se registra en el espectro de energía predicho para el Gravitón, la partícula teorizada para la fuerza de la gravedad, pudiese ser que esa energía se movió a otro universo o dimensión paralela.

Es esperado que si alguna de las fuerzas del átomo puede interactuar con una dimensión paralela sea la de la gravedad, y esto también explicaría el porqué la fuerza de gravedad de nuestro universo es tan débil comparada con las otras fuerzas, es posible que la gravedad que percibimos sea fuerte en otras dimensiones pero que se permea hacia la nuestra y en este proceso pierde fuerza y por ello la percibimos tan débil.

Una satírica frase de Sir. Arthur Eddington nos motiva a creer aún más en multiversos: *“Ningún resultado experimental debe ser aceptado hasta que lo confirme la teoría”*

CAPITULO 3
Cuándo somos

“El tiempo es la sustancia de la que estoy hecho. El tiempo es un río que me arrebata, pero yo soy el río; es un tigre que me destroza, pero yo soy el tigre; es un fuego que me consume, pero yo soy el fuego. El mundo, desgraciadamente, es real; yo, desgraciadamente, soy Borges.”

-Jorge Luis Borges | Nueva refutación del tiempo (1955)

El capítulo 1 presentó de qué estamos hechos y de dónde provinieron nuestros componentes, el capítulo 2 nos puso en un lugar específico en el universo, y ahora en este nuevo capítulo nos embarcamos a investigar *cuándo somos*.

Esto es necesario porque las cosas, incluyendo personas claro, existen no solo en un lugar sino en y por un momento determinado. Por ejemplo usted mismo que vive en el planeta Tierra, no existía hace 100 años, pero existe ahora en este momento, hoy que lee este libro, y no existirá dentro de 100 años cuando su ciclo ya haya terminado. Las cosas existen en un momento en específico y por un lapso de tiempo, nuestra realidad depende enormemente del tiempo y es tan importante que es de hecho considerado la cuarta dimensión de nuestra realidad.

Vivimos en un ambiente de 4 dimensiones percepibles, 3 dimensiones son de espacio (alto, ancho, largo) y 1 es de tiempo, a este conjunto de dimensiones se le refiere usualmente en física como el *espacio-tiempo*. (Nota 26)

Veamos un ejemplo sencillo de cómo utilizamos 4 dimensiones: supongamos que usted tiene una entrevista de trabajo en el Banco Nacional, ¿qué información necesita para no perder la cita? Necesita saber en qué oficina del banco es la entrevista y para esto pregunta en que piso se encuentra y si se encuentra al frente o al fondo del edificio y a qué lado del pasillo, pero también necesita saber qué día y a qué hora, es decir cuándo es la entrevista.

Las cosas se mueven a través del espacio y el tiempo, de hecho estamos continuamente moviéndonos a través del espacio-tiempo. El planeta nos parece estático pero para un espectador

de afuera, digamos en una nave espacial, el planeta gira a gran velocidad (en promedio a unos 1100 km/h sobre su eje), también gira alrededor del sol (a más de 60.000 km/h), y se encuentra en un sistema solar que se mueve a través de la galaxia y la misma galaxia se mueve también relativa a otras.

El tiempo es un factor crucial en los cálculos de la mayoría de ecuaciones que involucran el estudio del universo y aun así sabemos muy poco sobre el tiempo.

Es necesario tratar de entender qué es realmente el tiempo, después de todo es la otra dimensión donde transcurre toda nuestra vida, y es una parte tangible de nuestra realidad pues al tiempo le atribuimos hacernos viejos y hace que exista un presente, un pasado y un futuro en nuestras vidas. Vivimos inevitablemente apegados a esta dimensión, es parte nuestra queramos o no.

El tiempo es complejo como concepto, como variable matemática y como algo que lidia con nuestra percepción de lo cotidiano que lo enmascara. Hay quienes sugieren incluso que el tiempo es una invención humana, sin embargo es algo presente en el universo hayan humanos o no. Si no fuese por la existencia del tiempo no existirían las cosas. Como variable matemática explica muy bien el comportamiento de muchos fenómenos en todo tipo de escalas.

Aun así, y considerando lo que conocemos del tiempo, dar una definición del tiempo es casi arbitrario pues la mayoría de las veces quien trata de definirlo termina usando la palabra “tiempo” en la misma definición que ofrece.

En este capítulo veremos cómo se comporta el tiempo, una definición final del mismo quedará sin embargo a discreción suya.

Los aparatos del tiempo

Cuando hablamos del tiempo por lo general la primera imagen que se viene a la mente es la de un reloj. No importa el tipo de reloj, si es de agujas, digital, de pulso, de pared, de iglesia o el que trae un teléfono celular, es el aparato que usamos para medir el tiempo. Antes de tener nuestros precisos relojes de cuarzo o los atómicos, nuestros antepasados tenían que valerse de otros medios para medir el tiempo, como relojes de arena, relojes solares

que reflejaban sombras o las mareas de los mares para saber la hora, y aún más atrás estuvieron las primeras civilizaciones que midieron el tiempo con un gigantesco reloj de un solo tic-tac: la salida y la puesta del sol. Todos los relojes son medios válidos y funcionan para medir el tiempo, unos más precisos que otros claro, pero ¿qué es lo que miden? ¿Por qué el tiempo se puede medir?

Los relojes que usamos todos los días son de enorme utilidad cuando están sincronizados con todos los otros relojes del mundo, de esta manera todos los seres humanos, podemos de alguna manera “ponernos de acuerdo” entre todos y entre todas las máquinas que construimos para que algo suceda cuando debe suceder, es gracias a este logro de trabajo en grupo y de sincronización de relojes (aunque como veremos pronto los relojes pierden sincronización dependiendo de sus marcos de referencia inercial) que podemos llegar a tiempo al trabajo, tomar el tren a la hora correcta, saber a qué hora empieza y termina nuestra hora de almuerzo y saber a qué hora encender el televisor para ver nuestro programa favorito. Es gracias al tiempo que podemos mantener nuestras vidas en orden.

Nuestra realidad la vivimos día a día, minuto a minuto, segundo a segundo, uno detrás del otro. Pero días, minutos y segundos no son más que unidades de medición del tiempo, no son unidades universales, fueron creadas para servir a las personas que viven solamente en este planeta. Un día es el tiempo que tarda la Tierra en girar sobre su propio eje mediante el llamado movimiento de rotación. Recordemos que aunque veamos el Sol moverse en el cielo de este a oeste el Sol no se mueve, es la Tierra la que se mueve girando sobre su propio eje creando un día que se compone de 24 horas.

Un año es el tiempo que tarda la ierra en darle la vuelta al Sol mediante el llamado movimiento de traslación que tarda 365 días (Nota 27).

Esta es nuestra noción del tiempo, medida con relojes y calendarios, pero es distinta para algún otro ser que viva en algún otro planeta. Si una persona viviera en un planeta de diferente tamaño a la Tierra y/o con una órbita más corta o larga del sol (o soles) que orbite su planeta, entonces un día para esta persona no son 24 horas, y un año no son tampoco 365 días. Tomemos por

ejemplo Marte, a pesar de tener un eje en ángulo, una rotación y un día en minutos similar a la Tierra, su órbita alrededor del Sol es mucho más larga y por ello un año marciano tiene unos 686 días terrestres.

Este concepto del tiempo medido de acuerdo a la rotación de la Tierra y su órbita al Sol es una fabricación humana, y no nos dice qué es el tiempo, solo aprendimos a dividir nuestro día en diferentes tractos y a construir relojes que sincronizamos para organizar nuestras vidas.

De esta misma manera los seres humanos consideramos el año actual el 2013 (al momento de este libro), pero esto es así sólo porque empezamos a contar los años desde eventos arbitrarios. Es el año 2013 desde el nacimiento de Cristo (D.C.), pero si contamos desde que nació otra persona en la antigüedad el año sería otro, igualmente si contamos desde que sucedió el Big Bang el año es el 13 mil 800 millones y algo, si contamos desde que la tierra orbita el sol entonces es el 4 mil 500 millones y algo, si contamos desde que hay humanos que puedan contar un año es el 200 mil y algo, y si decide contar desde el día que usted nació el año actual es simplemente su edad. En este sentido la fecha actual es otra medida que acordamos por conveniencia. Pero no por ello es universal, es una medida relativa partiendo desde dónde decidamos comenzar a contar años. Y aunque este conteo de años nos dice día a día que hubo un antes y un después, no nos ayuda a entender por qué hay un antes, un ahora y un después.

El tiempo, en resumen, lo percibimos de la manera que lo hacemos por vivir en este planeta y porque lo contamos desde puntos y con aparatos arbitrarios. Hay sin embargo otro factor que determina como percibimos el tiempo: nuestra velocidad.

El tiempo es relativo…relativamente hablando

Es imposible hablar de lo que es el tiempo sin hacer referencia, nuevamente, a Albert Einstein ya que uno de sus grandes aportes fue presentar un nuevo concepto del tiempo. Para Einstein el tiempo es relativo, relativo a la velocidad y relativo a quien lo mide.

De acuerdo a la *Teoría de la Relatividad Especial* de Einstein (Nota 28) dos personas en movimiento a velocidades diferentes,

llevando ambas un reloj sincronizado, no van a medir el mismo tiempo, pues el reloj de la persona que se mueva más rápido caminará más lento (relativo al otro reloj), no por un desperfecto del reloj sino porque el tiempo camina más lento a mayores velocidades. Este es un hecho llamado “dilatación del tiempo” y ha sido comprobado experimentalmente en muchas ocasiones en los últimos 50 años.

En nuestro día a día las velocidades a las que nos movemos son tan pequeñas (aún la velocidad de un avión es poca comparada con la de otros objetos en el espacio) que no notamos este cambio de mediciones, pero cuando imaginamos escenarios de objetos o personas moviéndose sumamente rápido a miles de kilómetros por hora, es cuando la imagen del tiempo empieza a cambiar, ya que entonces los objetos alteran su paso por el tiempo.

Para Einstein el tiempo y el espacio están conectados, no separados, no existe un espacio absoluto ni un tiempo absoluto en el que todos los que lo miden concuerden, por eso es relativo. Lo que sí existe para Einstein es un espacio-tiempo absoluto, todo en el universo se mueve a través de este espacio-tiempo y es aquí donde hacemos las mediciones de distancia, velocidad y tiempo.

Un ejemplo muy utilizado para conceptualizar la dilatación del tiempo es el de imaginar un rayo láser rebotando en medio de dos espejos que se encuentran dentro de un frasco similar a un reloj de arena (Ilustración 14), el rayo rebota verticalmente entre el espejo de arriba y abajo, cada rebote tarda 1 segundo en recorrer la distancia entre los espejos. Si este reloj de espejos se mueve horizontalmente rápidamente, digamos de izquierda a derecha, entonces el rayo hace un recorrido no completamente vertical sino en forma de zig-zag entre el espejo de arriba y el de abajo, este nuevo recorrido en zig-zag es más largo que el vertical de arriba-abajo por lo que le lleva al rayo más tiempo recorrer la distancia entre los espejos, como el rayo no puede ir más rápido (pues como veremos pronto la luz viaja a una velocidad constante) los tic tac’s se hacen más lentos entre rebotes, es decir el tiempo corre más lento dentro de ese reloj en movimiento comparado con otro reloj igual que se encuentre en descanso.

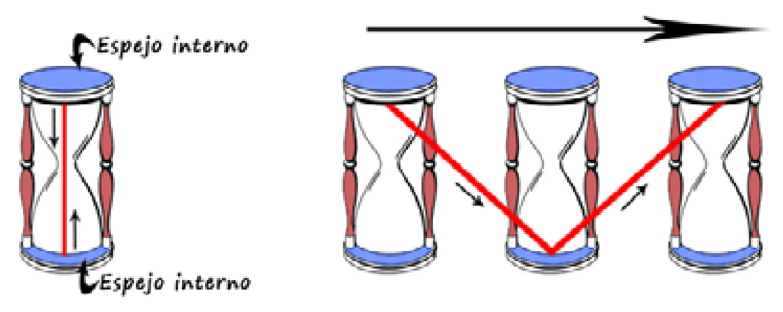


Ilustración 14: “Reloj de luz” conceptual. Un rayo de luz rebota entre dos espejos a ritmo de 1 segundo entre rebotes (figura A), cuando el reloj se acelera el rayo debe recorrer mayor distancia entre los rebotes y su tiempo anda más lento debido a que la luz tiene una velocidad fija (figura B).

Sin entrar en la matemática de estas teorías el concepto se puede pensar como un sistema de vectores con tiempo y espacio como ejes, cuando un objeto permanece inmóvil toda su trayectoria la hace sobre el tiempo (igualmente objetos estáticos comparten la sincronía de este trayecto segundo a segundo), pero cuando el objeto se pone en movimiento parte de esta trayectoria se diverge a través del espacio y por tanto el tiempo debe de divergir también y hacerse más lento que cuando el objeto se encontraba estático. En este marco de referencia C, es decir la velocidad de la luz, siempre se mantiene constante.

Otro ejemplo de dilatación es si por ejemplo viajásemos en una nave espacial increíblemente rápida, a unos 250 mil kilómetros por segundo, y visitáramos un planeta muy distante pero cuyo recorrido hacemos en digamos solo 30 minutos porque volamos muy rápido, para luego regresar a la Tierra demorando otros 30 minutos en el viaje de vuelta, luego de ese recorrido de 1 hora de ida y vuelta a ese distante planeta, para cuando regresemos de vuelta a la Tierra habrán transcurrido no 1 hora sino 100 años!

Esto porque -según la teoría- el tiempo es distinto para los observadores, quienes se quedaron en la tierra ven el reloj de quienes van en la nave espacial correr más lento y para ellos en la tierra el viaje de la nave toma 100 años y no solo 1 hora, al contrario quienes van en la nave ven las personas en la tierra moviéndose muy rápido, a esto es a lo que se refiere con que el tiempo es relativo al observador.

Para dar otro ejemplo de lo relativo de la medición, si vamos en un automóvil a 100 km/h y vemos un caballo en la vía a la distancia nos parecerá que se acerca hacia nosotros a 100 km/h, pero de acuerdo al caballo es el automóvil y los pasajeros los que se acercan a él a 100 km/h.

Como vemos viajar en el tiempo, al menos uno futuro, es en teoría permitido por las leyes de la física. De hecho siempre estamos viajando en el tiempo aunque no nos demos cuenta, por ello nuestros relojes siempre están caminando aunque no nos movamos, aunque este viaje en el tiempo lo hacemos muy lentamente a una velocidad constante de 1 hora x hora, así para poder viajar al futuro, digamos dentro de 3 horas, solo tenemos que sentarnos y esperar por 3 horas. Pero si pudiéramos viajar increíblemente rápido el proceso se aceleraría y aunque solo podemos hacer el viaje en el tiempo hacia un tiempo futuro, esta es una característica del tiempo: es una dimensión en la que solo se puede ir hacia adelante.

La velocidad de la luz

La velocidad de cualquier objeto, dígase partícula, nave espacial, persona, etc. tiene un límite según las leyes de la física.

Los fotones son las partículas de la luz (recordemos que los fotones se comportan como onda y como partícula), tienen masa 0 y carga 0, al no tener masa pueden alcanzar las mayores velocidades posibles (el gravitón, la partícula teorizada para la gravedad sería también de masa 0 y carga 0, siendo así que la gravedad también se mueve a la velocidad de la luz).

Algo interesante es que cada vez que encendemos una fuente de luz como una candela, linterna, bombillo, encendedor o teléfono, ¡estamos creando nuevos fotones de luz en el universo! Indiferentemente de la fuente la luz, esta es lo que puede viajar más rápido en el universo, no importa cuánto se “acelere” un rayo de luz, este siempre viajará a una velocidad constante de 300.000 km/s, puede viajar a menos velocidad dependiendo de otros factores pero de acuerdo a las teorías de Einstein ni la luz, ni ninguna otra cosa puede viajar más rápido que 300.000 km/s, o sea a la velocidad de la luz, denominada usualmente en ecuaciones como “C”.

Es difícil de imaginar que la velocidad de algo tiene un límite y las implicaciones de que lo tengan son enormes en física. Antes de Einstein se sabía que la luz tenía una velocidad y por tanto no se concebía como infinitamente rápida, pero el descubrimiento de Einstein fue conceptualizar esta velocidad como constante y como límite a la vez.

Por ejemplo si viajáramos en una nave espacial a 100 km/h y encendemos un rayo de luz frente a la nave, digamos de un puntero laser, el rayo viaja a 300.000 km/s, si aceleramos nuestra nave a 1000 km/h y encendemos el puntero la luz sigue viajando a 300.000 km/s, si aceleramos nuestra nave a 290.000 km/h el rayo sigue viajado a 300.000 km/s, la velocidad de la nave no se suma a la velocidad del láser. Si nuestra nave sigue acelerando y acelerando veremos que cuando alcance los 299.999 km/s no acelera más, no alcanza más velocidad no importa cuando combustible más usemos ni cuanto pongamos nuestros motores a toda capacidad la nave sencillamente no puede viajar más rápido que la velocidad de la luz pues nada puede viajar más rápido que esta velocidad. Este es un principio no solamente teórico sino probado experimentalmente en incontables experimentos.

Aunque no adentraré mucho en esto vale mencionar la famosa fórmula de Einstein $E=MC^2$, en esta fórmula *E* es energía, *M* es masa y *C* es la velocidad de la luz al cuadrado (elevada al cuadrado por cuestiones de equivalencias en las unidades de medición).

Muy generalmente hablando esta fórmula indica que masa y energía son lo mismo, es decir son términos intercambiables en una ecuación, pero la cantidad de masa o energía de un objeto se relacionan con la velocidad de la luz también, y al ser esta tan cuantitativa implica que una pequeña cantidad de masa puede generar una enorme cantidad de energía (este es el principio detrás de la bomba atómica, por ejemplo la bomba atómica de Hiroshima convirtió menos de 1 gramo de masa en energía, algo así como un clip de papel), pero también implica que entre más velocidad gana un objeto más masa adquiere y por tanto más energía se necesita para acelerarlo, llevar un objeto a la velocidad de la luz implicaría una infinita cantidad de energía según $E=MC^2$. La luz no tiene ese problema y no adquiere energía infinita pues sus partículas no tienen masa, son masa 0 y por tanto puede mantenerse a esa velocidad constante de 300.000 Km/s.

La velocidad de la luz es de alguna manera un “seguro” impuesto en el universo, algo que garantiza que el tiempo no pueda correr hacia atrás. Vimos como la teoría de la relatividad dice que a mayor velocidad más lento pasa el tiempo (relativo a otro observador), entonces si la velocidad no tuviera un límite y una nave acelera sin pausa el tiempo correría tan lento que en algún momento se detendría, y si la velocidad de la nave incrementara en ese momento el tiempo debería de empezar a moverse hacia atrás! La nave se convertiría en una verdadera máquina del tiempo hacia el pasado (sin importar si la nave es marca DeLorean o no).

Gracias a este límite de velocidad el viaje en el tiempo hacia el pasado es imposible pero hacia el futuro si es, al menos teóricamente, posible, solo necesitamos una nave espacial increíblemente rápida, aunque también hay otra manera de viajar al futuro: usando la gravedad.

Tiempo y gravedad

Un ingrediente indirecto del tiempo es la velocidad, otro ingrediente es la fuerza de gravedad, pues el tiempo también anda a diferentes ritmos junto a objetos grandes y masivos, debido a la fuerza de gravedad de estos objetos. Entre más grande el objeto, mayor su fuerza de gravedad y más lento pasa el tiempo para objetos a su alrededor.

Este es un efecto probado en muchos experimentos y una realidad que afecta incluso a los satélites en órbita de la Tierra, como estos satélites orbitan muy de cerca un objeto muy masivo (la Tierra) su tiempo corre más rápido arriba en el espacio que el nuestro en el suelo, el cambio es muy leve como para afectar el funcionamiento de la mayoría de los satélites, pero en satélites que necesitan de una precisión del 100% es un factor que deben de considerar. Un ejemplo son los 31 satélites de GPS (siglas de Global Position Satellites) que hoy usamos para navegar los mares, encontrar direcciones y para ubicar puntos en la tierra desde el espacio, estos satélites ganan alrededor de un tercio de un billón de segundo por día y deben de autocorregirse, de lo contrario las señales que hacen relay en tierra estarían incorrectas en nuestros aparatos GPS dándonos direcciones incorrectas por

hasta 10 kilómetros por día ! [17].

Muchos experimentos se han llevado a cabo confirmando que los objetos masivos curvan el espacio-tiempo como predicho por Einstein, uno de los más recientes es el de una sonda de la NASA llamada *Gravity Probe B* que tras 8 años de recolectar datos y con un costo de $750 millones corroboró una vez más que el espacio y el tiempo de hecho se curvan.

Los agujeros negros son objetos super-masivos donde nada escapa su atracción gravitacional (en el capítulo 4 analizaremos estos objetos en mayor detalle), entonces, en teoría, dentro de los agujeros negros el tiempo…se detiene. Igualmente los agujeros negros son potenciales máquinas del tiempo pues una nave espacial que circule un agujero negro (sin llegar a caer dentro del mismo) estaría moviéndose muy rápidamente a través del tiempo, hacia el futuro.

Este descubrimiento de Einstein cambió nuestra visión de la gravedad como la veía Newton, al introducir en su *Teoría de la Relatividad General* un espacio-tiempo flexible, que se puede curvar, expandiendo el concepto de Newton en un nuevo espacio que no es absoluto y que a como nos afecta a nosotros también nosotros podemos afectar al mismo.

Visto de esta manera un objeto muy masivo, como un sol, curva el espacio-tiempo tanto que los planetas a su alrededor giran en torno a esta curvatura por acción de la fuerza de gravedad. Imagine una sábana de cama (el espacio-tiempo) tensada (fuerza de gravedad) en sus cuatro esquinas a la que se le pone una bola de boliche (un sol) al centro curvándola y otras pelotas de tenis (planetas) se agregan a la sábana orbitando la de boliche sin llegar a tocarla, este es el mecanismo que Einstein redefinió para los planetas curvando el espacio-tiempo y orbitando soles (Ilustración 15).

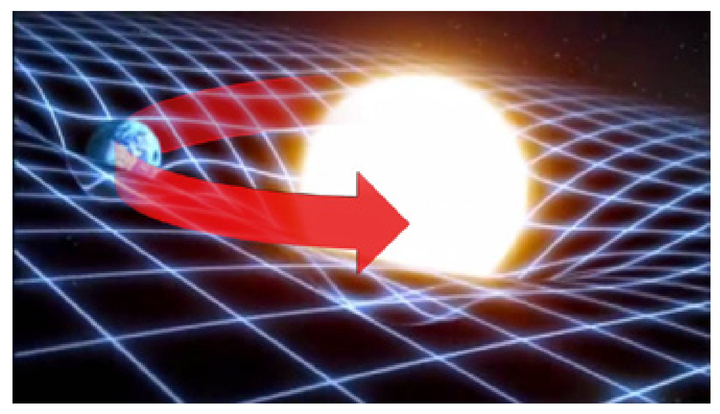


Ilustración 15: Funcionamiento de la gravedad según la Teoría de la Relatividad General de Einstein. La Tierra orbita al Sol al curvar ambos el espacio-tiempo.

La luz del pasado

“Para ver un mundo en un grano de arena, y un Cielo en una flor salvaje, sostén el infinito en la palma de tu mano y la eternidad en una hora” – William Blake

Como la luz es lo que viaja más rápido la usamos como la “regla” más larga que tenemos para medir distancias astronómicas, por ejemplo cuando se dice que un planeta se encuentra a 100 años luz de distancia significa que tomarían 100 años viajando a 300.000 km/s (la velocidad de la luz) para llegar hasta ese planeta.

La estrella más cercana a la Tierra (luego del Sol), es *Proxima Centauri,* y se encuentra a 4.2 años luz de distancia (4.0×10^{13} km), o sea que tomarían 4.2 años viajando a la velocidad de la luz para llegar a ella, para ilustrar la distancia a la que se encuentra de manera más palpable consideremos que el objeto construido que viaja más rápido a través del espacio es la sonda Voyager I a una velocidad de aproximadamente 60.000 km/h, a esta velocidad le tomaría a la sonda 80.000 años en llegar a Proxima Centauri ! Y esto es solo a la estrella más cercana, la galaxia más cercana se encuentra a 2.400.000 años luz de distancia (2.4×10^{19} km).

El hecho de que la velocidad de la luz tenga un límite implica muchas cosas y no solo el transcurrir del tiempo, implica también que las cosas que vemos no las vemos instantáneamente.

Si por ejemplo alguien enciende un puntero láser a 100 metros de distancia de nosotros lo veremos encender instantáneamente, pero esto es solo una ilusión que percibimos porque 100 metros es una distancia muy corta y la luz viaja muy, muy rápido.

Si aumentamos la distancia el efecto es notable, por ejemplo la luz que emite una estrella a cientos de miles de kilómetros de distancia de nosotros no llega instantáneamente a nosotros sino que tiene que viajar esa enorme distancia de espacio primero para que sus fotones de luz lleguen a nuestros ojos, y aunque la luz de la estrella viaja a 300.000 km/s la distancia es tanta que puede durar años, cientos de años o hasta millones de años en llegar hasta nosotros. La luz de algunas estrellas que vemos en el cielo nocturno proviene de estrellas tan distantes que su luz ha viajado por millones de años para llegar a nosotros, puede ser que para cuando la vemos en el cielo la estrella ya ni siquiera exista pues lo que vemos es la luz de cómo fue esa estrella hace millones de años y no como es ahora. Cada vez que vemos estrellas estamos de hecho viendo hacia el pasado.

La luna la vemos 1,5 segundos en retardo pues eso tarda en llegar su luz reflejada a la tierra, en el caso del Sol este se encuentra a unos 150 millones de kilómetros de distancia de la Tierra y por tanto su luz tarda 8 minutos en llegar a la Tierra. Como nuestros ojos lo que ven durante el día son los fotones del sol reflejados en objetos y dado que la luz tiene una velocidad fija, hay un retraso entre el rebote de estos fotones con los objetos y nuestros ojos, es una fracción de apenas una billonésima de segundo pero aun así todo lo que vemos en todo momento no lo vemos en el presente, siempre estamos viendo al pasado!

¿ Tic-Tac ?

Si su cabeza sigue dando vueltas tratando de entender estos conceptos del tiempo no se preocupe, es algo normal. El ser humano, como mencioné antes, no evolucionó para entender estos complejos conceptos sobre el tiempo. En nuestra realidad la vida transcurre delante de un pasado que no podemos cambiar, en un presente instantáneo y hacia un futuro que no existe todavía

pero que existirá. Esto es así según nuestra humana percepción de la realidad del tiempo, pero esto no significa que el tiempo sea de esa manera en todo el universo pues las partículas del átomo tienen otra versión de lo que es el tiempo (Nota 29). Igualmente la gravedad y la velocidad también dan otra versión de lo que es el tiempo.

El universo tiene mucho espacio y mucho tiempo, ambos constituyen un componente mismo del universo: el espacio-tiempo al que nos referimos anteriormente.

Este espacio-tiempo fue creado en el Big Bang y por tanto no hay tiempo antes de que existiera un espacio-tiempo. Es de este nacimiento que unas nuevas teorías sobre el tiempo pretenden resolver la pregunta de ¿por qué el tiempo solo va siempre hacia adelante?

La flecha del tiempo

Nuestra percepción del tiempo es sencilla, las cosas solo pasan en una dirección: hacia adelante. Con un buen motivo aparente, si nuestra realidad no se moviera del pasado al futuro no estaríamos aquí, ni hubiesen existido nuestros antepasados ni existirían nuestros sucesores. Gracias a esto aprendemos del pasado para que el futuro sea diferente.

Tampoco podríamos sobrevivir si la casa que hicimos de barro ayer volvió a ser tierra y agua hoy por sí sola, o si las cosechas que hoy dan frutos mañana vuelven a ser semillas sin plantar.

Esta dirección del tiempo de atrás hacia adelante (de antes a después es decir) se conoce como la “flecha del tiempo”. El que esta flecha apunte solamente en una dirección es algo necesario para poder existir pero otra razón más deducible está muy bien descrita (jocosa y seriamente hablando) por el inventor del término “agujero negro” John R. Wheeler cuando dice que *“la razón para que el tiempo exista es para que todo no suceda a la misma vez”.*

Esta propiedad particular de sentido y dirección de la flecha del tiempo tiene su definición matemática, su explicación yace en la segunda Ley de la Termodinámica: la Ley de la Entropía.

Entropía, películas, y huevos rotos

Mis películas favoritas siempre han sido las de acción, sobre todo aquellas con un aire de ciencia ficción. Algo que sucede en este tipo de películas es que involucran grandes batallas, tiroteos, explosiones y destrucción. Esto es necesario para mantener al espectador entretenido mientras se llega al final donde ganan los buenos y pierden los malos. Siempre me pregunto al final de la película: ¿quién recoge tanto desorden luego de semejantes destrozos? la respuesta: nadie. Puesto que los escenarios no son reales, son efectos digitales o maquetas en miniatura en su mayoría.

Toda esta conversación sobre películas sirve para ilustrar algo que similarmente pasa constantemente en nuestras vidas: comienzan muy tranquilas y terminan haciendo unos desordenes caóticos donde las cosas nunca vuelven a ser como antes. Esto es algo que se refleja en el concepto llamado *entropía*.

La entropía surgió como un conjunto de postulados para comprender la Termodinámica (la rama de la física que estudia el calor y su relación con otras formas de energía y trabajo, aplicando una mecánica estadística), pero también se puede definir como una medición del orden -o desorden- de las cosas.

Así como en las películas de acción por lo general todo inicia ordenadamente para terminar en caos y escombros por doquier, la entropía sigue un patrón similar: va del orden al desorden siempre (entre más tiempo dura la película, mayor desorden generan héroes contra villanos). Un ejemplo de la vida real es una sala de cine, estaba limpia antes de la película pero termina sucia y desordenada al final de la misma, la regla de la entropía y por ello nunca termina por sí sola más limpia u ordenada que como estaba antes de la función.

La entropía de un sistema puede ser baja o alta. Se dice que un sistema tiene baja entropía si se encuentra muy ordenado, opuestamente algo tiene una alta entropía si es muy desordenado.

Entropía baja: mayor orden / menor desorden
Entropía alta: mayor desorden / menor orden

El físico austriaco Ludwig Boltzmann (famoso por sus aportes en esta rama), introdujo en 1872 una serie de fórmulas para determinar la cantidad de arreglos o combinaciones estadísticas que puede contener un sistema, notando que estas siempre incrementan, así la *Segunda Ley de la Termodinámica* indica que la entropía de un sistema siempre incrementa (Nota 30), es decir que los sistemas cerrados tienden a estar en estados más desordenados conforme transcurre el tiempo. Es decir que entre más tiempo transcurre, mayor desorden sucede en el sistema.

El tiempo -introducido en este sentido estadístico como una variable- manifiesta un flujo de dirección: tiempo anterior = menos entropía, tiempo posterior = mayor entropía. Esta dirección no es reversible.

Hago una pausa para aclarar por qué menciono la entropía, el objetivo principal de esta sección no es aprender sobre termodinámica, estadística ni fórmulas , sino entender por qué el tiempo -y por tanto nuestras vidas- tiene una dirección y transcurre solo hacia adelante. Igualmente aprovecho para resaltar que no se debe de confundir la entropía con la llamada *Teoría del Caos*, pues aunque se relacionan, la primera se deriva de comportamientos termodinámicos y la otra de principios matemáticos sobre cómo pequeñas variantes iniciales en un sistema podrían afectar al mismo caóticamente a largo plazo.

Un ejemplo popular de la Teoría del Caos es el llamado *Efecto Mariposa (*término acuñado por el meteorólogo y matemático Edward Lorentz en 1963*)*, que dice que el simple aleteo de una mariposa en un lugar puede conllevar semanas después a la formación de un huracán en algún lugar remoto. Reitero que ambos conceptos son diferentes, aunque se relacionen con el orden/caos.



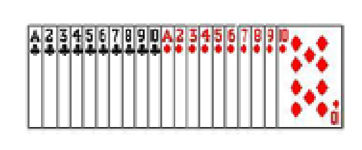
Ilustración 16: El *Efecto Mariposa* de la Teoría del Caos ilustrado con un poco de humor. (Imagen cortesía de lacienciaconhumor.blogspot.com)

Huevos rotos

Para ver la entropía en acción tomemos por ejemplo un huevo común. En su estado habitual es un sistema con mucho orden (baja entropía) pues todo su contenido está concentrado en un lugar específico de una manera organizada. Pero si el huevo se rompe hay partes por todo lado, pedazos de todos tamaños de la cáscara se generan, la clara y la yema se separan, y consecuencia de esta ruptura algo natural también sucede: una vez que el huevo se rompe no se vuelve a unir espontáneamente por sí mismo.

Igual sucede cuando destapamos una botella de gaseosa y escapa gas de la botella, ese gas nunca vuelve “mágicamente” a la botella. Cuando mezclamos el café con la leche ya no podemos separar la leche del café. Si tiramos un juego de cartas al aire estas no caen en el orden que estaban antes de lanzarlas al aire. Si no ordenamos nunca nuestro cuarto este siempre va a estar más y más desordenado. Todos estos son ejemplos de la 2da Ley de la Termodinámica en acción y su tendencia hacia el desorden.

La razón para que el desorden solamente incremente es en parte a que en un sistema cerrado hay más maneras de estar desordenado que maneras de estar ordenado. Por ejemplo en un libro de 100 páginas solo existe una manera ordenada de leerlo, de la página 1, a la 2, a la 3, etc. hasta llegar a la página 100, sin embargo existen muchísimas otras maneras de poner esas páginas en desorden, la página 1 puede estar en el lugar de la 20, la 50 la podemos acomodar en el lugar de la 73, etc. Similarmente un huevo tiene muchas maneras de romperse (cáscaras rotas por aquí y allá de diferentes tamaños) pero solo 1 manera de estar entero (Iilustración 17).



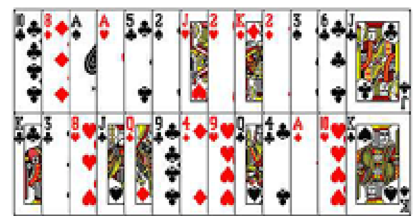


Figura A

Figura B

Ilustración 17: Una propiedad de la entropía ilustrada con un deck de cartas donde solo existe 1 manera de estar en orden (figura A) pero muchas maneras de estar en desorden (figura B).

La ley de la entropía le impone a los sistemas un estado: más caóticos. Y al tiempo una dirección: hacia adelante.

La entropía es otro factor crucial -pero muy ignorado- que hace que la vida sea posible. Por ejemplo en su enfoque termodinámico (en referencia aquí al llamado *Principio Cero de la Termodinámica*) aplicado a sistemas mucho más grandes como el sistema solar, donde al igual que en sistemas menores el calor fluye de los objetos más calientes a los más fríos.

El calor del Sol calienta la Tierra y si este fuera el fin del asunto ambos llegarían en algún momento a un equilibrio térmico (los dos tendrían en algún momento la misma temperatura), pero como la Tierra pierde calor al irradiarlo hacia el espacio (porque el espacio es mucho más frío que la Tierra) el proceso permite la vida en el planeta, a la vez que produce un cambio de entropía en el Sistema Solar al irradiar este calor con una mayor entropía que la recibida. Si el universo no tuviera esta ley de cambio de entropía en aumento, los objetos en el espacio llegarían a un equilibrio térmico y la vida no sería posible.

El Big Bang resulta ser el evento que ha tenido la menor entropía conocida, pues al estar todo el universo concentrado en un diminuto punto del tamaño de una partícula atómica esta concentración no deja lugar para que la energía del Big Bang se "mueva". Todo se encontraba en un lugar preciso en la singularidad del Big Bang, más al explotar y crear el tiempo mismo el "Bang" se mueve según la ley de la entropía hacia un sistema de mayor desorden, es decir de mayor cantidad de arreglos posibles. Esta explosión del Big Bang a partir de algo minúsculo creó eventualmente -entre los arreglos posibles- planetas, lunas, estrellas, sistemas solares y gigantes galaxias, y aún hoy los sigue creando y el espacio sigue expandiéndose y acelerándose, reflejando la tendencia del orden al desorden. (Nota 31)

El que el Big Bang provenga del estado de la menor entropía posible impone una característica a todos los estados posteriores: los empuja hacia el desorden. Los huevos no se rearman, un papel que quemamos no regresa del humo a ser papel de nuevo y tampoco el café y la leche se separan luego de revueltos. (Nota 32)

En la baja entropía intrínseca del Big Bang yace el origen de la "flecha" del tiempo y su dirección constante hacia adelante y por esto el tiempo solamente va hacia el futuro y nunca hacia atrás.

Gracias a esta flecha del tiempo, podemos florecer como humanos que solo pueden recordar el pasado pero no el futuro. Es debido a ella que hay efectos que siguen a causas precedentes y no al contrario.[18]

Finalizando este capítulo espero que haya podido crearse una noción de qué es el tiempo. He deliberadamente evitado definirlo, en parte pues -como dije- es un concepto casi imposible de delinear sin mencionar la palabra misma en una definición. Mi mejor intento es decir que es aquello que existe (Nota 26), nacido en el origen mismo del universo, fundamental para las leyes conocidas de la física, flexible pero relativo, regidor del sentido de un antes y después de nuestras vidas, y ayudante de organización.

Y como dice el dicho: "es el mejor de los maestros, pero a la larga mata inevitablemente a todos sus alumnos".

CAPITULO 4
Por qué somos

“Cogito ergo sum” / Pienso por tanto existo.
– René Descartes (Discurso del Método, 1637)

Es necesario tomar una breve pausa para –nuevamente- recordar que estamos hechos fundamentalmente de átomos provenientes del Big Bang, y que estos crean elementos químicos que eventualmente nos hacen a nosotros seres humanos. Incluso luego de recordar el origen de nuestros componentes es muy normal el no sentirnos hechos de los mismos.

La mayoría del tiempo no sentimos siquiera muchos de nuestros procesos biológicos internos (a menos que tengamos un problema como una enfermedad o dolencia), por ejemplo no sentimos nuestro hígado trabajando, ni nuestros riñones en pleno funcionamiento, como tampoco sentimos el cabello ni las uñas crecer poco a poco. Si no nos percatamos de estos procesos que suceden todo el tiempo en nuestros propios cuerpos, mucho menos nos sentimos hechos de cientos de miles de millones de átomos que hacen elementos químicos, y menos aún, hechos de algún tipo de polvo de estrellas.

Los capítulos anteriores nos han llevado por el fascinante funcionamiento de las cosas en el universo y por cuestionar que es lo que llamamos a niveles fundamentales *la realidad*. Ha sido un camino pavimentado con ciencia, que toma algunas desviaciones en la vía que llevan a lugares muy extraños y a otros que creíamos eran diferentes o que tal vez no sabíamos ni siquiera que existían.

Pero en un nivel menos reduccionista o “cósmico”, es decir más perceptible de nuestra inescapable materialidad humana…¿qué somos?

Esta es *la* pregunta. La que se han hecho las personas desde que pueden pensar introspectivamente, una que se ha tratado de responder con miles de soluciones, incluyendo las basadas en creencias, religiones, metafísica, filosofía, sicología y medicina. Esta pregunta es la que en parte también me motivó a escribir este libro para contribuir a la búsqueda de su respuesta, uno que

no yace para nada *“prima fascie”.*

En los capítulos siguientes me adentraré en temas un poco especulativos, de un corte más filosófico. Aun así debemos mantener en memoria la primicia encontrada en las secciones precedentes: ser receptivos a nuevas propuestas. No debemos descartar las respuestas que la ciencia nos brinda solo porque no nos gustan o porque simplemente no las entendamos a cabalidad.

Casi todos los científicos y pensadores con ideas extremas para sus épocas han sufrido castigos físicos, sicológicos, sociales o hasta la muerte por defender sus propuestas de “qué somos”, eso no hace a la propuesta en sí más o menos creíble pues el problema no es la propuesta en sí sino quienes la reciben y cómo la reciben.

Aún hoy hay muchas cosas que todavía la ciencia no comprende totalmente, y hay algunas otras que ofrecen respuestas muy diferentes a las que estamos acostumbrados en nuestra realidad cotidiana.

En los temas siguientes debemos evitar regresar a la mentalidad basada en los conocimientos limitados de nuestros predecesores de hace 100, 1.000 o 10.000 años (el sol no se mueve en el cielo aunque bien lo parezca).Solo con una actitud abierta a nuevas propuestas podremos ver que el problema en ocasiones no son las soluciones que se ofrecen, sino las preguntas que se hacen.

The Matrix

En 1999 tuve mi primer trabajo profesional a tiempo completo, también es el año que aprendí que el trabajo es tedioso, y que si uno no hace lo que le gusta resulta difícil hacerlo día tras día. En aquél entonces me sentí atrapado en un sistema del que en realidad no quería ser parte, un sistema que sentía me quitaba mi tiempo libre y me encerraba en oficinas y en autobuses, todo por la recompensa de darme dinero para comer y comprar cosas que me apartaran de esa realidad laboral.

Siendo joven percibía que el trabajo era un mal necesario, pero también me dejaba pensando si este sistema al que ahora pertenecía me estaba esperando desde antes yo saberlo, reflexionaba a veces sobre si ese sistema sabía más de mí y de

gente como yo, que yo mismo.

1999 es el año también de una de mis películas favoritas: The Matrix, escrita y dirigida por los hermanos -o bien deberíamos decir hermano y hermana- Wachowski es una película que plantea interrogantes similares: ¿qué es la realidad? ¿está mi vida predestinada? ¿soy yo real, o soy parte de un sistema que me hace creer que yo, y todo a mi alrededor, es real ?

Antes de proseguir me parece válido el formular una pregunta en retórica, pues tiene una respuesta obvia: ¿somos reales?

-Claro que lo somos! Si no lo fuésemos no estaríamos aquí, yo escribiendo y usted leyendo este libro. Claro que lo somos! Si no lo fuésemos no podríamos ver, ni oír, ni sentir la silla donde nos sentamos en este mismo momento. Después de todo somos reales porque todo lo que tenemos a nuestro alrededor –incluyéndonos- no puede ser una mera ilusión ni se puede simular…¿o sí ?

Realidad e información

Nuestros cinco sentidos: olfato, tacto, gusto, vista y oído; son los medios que utilizamos para percibir el mundo alrededor que construye nuestra realidad. Sabemos que algo es real porque lo vemos, lo tocamos, lo olemos, lo oímos o lo comemos.

Por ejemplo, si jugamos un partido de futbol sabemos que es un partido real porque oímos el silbato del árbitro, sentimos la pelota cuando la pateamos y vemos a los otros jugadores corriendo junto a nosotros, nuestros sentidos nos informan de la dureza de la pelota que sentimos en las piernas al patearla, de las ondas de sonido que provienen del silbato y de los fotones de luz que rebotan en los jugadores para poder verlos.

Toda esa información se colecta por medio de nuestros músculos, oídos y ojos, y es transmitida por el sistema nervioso mediante una enorme red de impulsos eléctricos hasta el cerebro, donde la información se procesa por millones de neuronas para poder golpear la pelota cuando oímos el silbato y tratar de anotar un gol, todo esto crea la perceptiva realidad de que estamos de hecho en medio un juego de futbol real.

El cerebro es un órgano muy complejo. Usualmente es comparado con el microprocesador de una computadora pues

procesa todos los datos que recolectan nuestros sentidos, algo que lo hace más especial es que incluso procesa información que no provenga directamente de los sentidos, un ejemplo de esto es cuando soñamos.

Supongamos que una noche sueña que se lanza en paracaídas desde un avión, en el sueño siente el viento moverle la cara, el frío del aire y escucha el chiflón del viento pasar a altas velocidades mientras nerviosamente espera el momento de abrir el paracaídas agarrando la palanca que lo abre, en determinado momento tira pero para mala suerte no se abre y entonces apenas un segundo antes de chocar con el suelo despierta repentinamente sudando y jadeando.

Así de reales pueden ser los sueños, tanto que ¿cómo sabría que sueña si nunca despierta? Todos hemos tenido sueños que parecen tan reales como lo que nos pasa despiertos, y sin embargo cuando soñamos no estamos usando nuestros sentidos.

Aunque soñemos con paracaidismo no estamos realmente cayendo en picada desde un avión (Nota 34), sino que estamos acostados en la comodidad de nuestras camas apenas a medio metro sobre el suelo, y aunque la experiencia no sucede en realidad nuestro cerebro hace que nos parezca real porque procesa información que recuerda de nuestros sentidos cuando vivimos experiencias similares.

Hoy día se sabe que el cerebro puede ser estimulado en regiones específicas para simular algunos efectos producidos por los sentidos. Por ejemplo se pueden aplicar impulsos eléctricos directamente al cerebro en la zona que nos dice que tenemos hambre, y aunque hayamos comido y estemos repletos pensaremos que tenemos hambre en ese momento.

Algunas drogas alucinógenas también pueden hacernos creer cosas que el cerebro no percibe mediante los sentidos, al punto que pueden indicarle a alguien bajo sus efectos que hay un dragón real frente a esta cuando no hay nada frente a los ojos de esa persona. Aunque no hay una información real, externa, sobre la experiencia, la droga engaña al cerebro y se cree estar viendo un dragón de carne y hueso.

No solamente estímulos eléctricos inducidos al cerebro, o químicos como los de drogas alucinógenas pueden hacernos creer que algo es real cuando no lo es, pues aunque el cerebro

humano es un órgano maravilloso viene con algunos “defectos” perceptivos de fábrica, prueba de esto son los que se reflejan en ilusiones ópticas.

Basta con buscar en internet “ilusiones ópticas” para encontrar cientos de ejemplos sobre estos curiosos “defectos” de percepción visual, uno de mis favoritos es el Efecto Tatcher que se muestra en la (ilustración 18)



Ilustración 18: El Efecto Tatcher. La imagen de un rostro es alterada poniendo la boca y los ojos en posiciones inversas. Al poner una copia hacia arriba y otra hacia abajo el cerebro percibe la imagen hacia abajo (foto izquierda) más normal que la misma hacia arriba (foto derecha). Ambas imágenes son iguales, para comprobarlo dele vuelta al libro.

El cerebro es como un chip súper procesador de información –diría Alan Turing uno de los fundadores de la computación moderna- que tiene unas 100 mil millones de neuronas interconectadas como sus circuitos, y las cosas, la realidad, pueden ser vistas como el resultado final de ese procesamiento de información que es recolectada por nuestros sentidos. Aunque en algunos casos como los de los sueños o los efectos de drogas alucinógenas, la información no proviene directamente de una experiencia tangible real.

Toda la realidad, todo lo que existe en el universo, puede también ser visto en términos de procesamiento de información, incluyendo la posición de una partícula, la temperatura de un objeto, el área de un espacio determinado, etc. Y aunque esa información existe, lo que percibimos es la interpretación humana

de la misma, donde percibimos el objeto pero no la información oculta detrás de lo que define ese objeto.

Información y agujeros negros

Es momento de volver a un tema de cosmología. Probablemente haya escuchado sobre los “agujeros negros” (refiriéndome a los que existen en el espacio y a de los que hay en nuestra decadente economía o situación política claro está).

Estos objetos primero existieron solamente en teoría como consecuencias de las teorías de relatividad de Einstein (predicciones de curvaturas ultra extremas del espacio-tiempo) pero recientemente se ha probado su existencia, algo difícil de hacer pues no se puede hacer mediante observación directa -pues son negros en un espacio negro- sino mediante el estudio indirecto de objetos que los orbitan, como estrellas, planetas y galaxias.

Los agujeros negros son una rareza del universo y tienen un comportamiento extraño digno de cualquier novela de ciencia ficción. Los hay de todos tamaños y se sabe que en el centro de la Vía Láctea -nuestra propia galaxia- existe uno gigantesco; al igual que existen en el centro de muchísimas otras galaxias en forma de espiral, lo que los hace relativamente abundantes en el universo.

Aún con lo extraños que son, la descripción de un agujero negro es sencilla: son lugares con una gravedad tan fuerte que todo lo que cae dentro de uno de ellos no puede salir, no importa que tan rápido o que tan fuerte intente escapar de su atracción de gravedad, ningún objeto, ni siquiera la luz -es decir fotones- que tiene la velocidad máxima en el universo puede escapar, y por tanto son negros.

Pero volvamos a la información, cuando un objeto cae dentro de un agujero negro cae junto con este la información que contiene, por ejemplo la posición de sus partículas, su velocidad, temperatura y cualquier otro dato que lo identifique.

Hasta hace poco no se creía que un agujero negro tuviera relación alguna con información, sin embargo la tiene, ya que un agujero negro es el lugar en el universo que puede almacenar la mayor cantidad de información por unidad de área.

Para explicar esto con un ejemplo supongamos que queremos

guardar la mayor cantidad de información posible en el espacio dentro una caja de zapatos, podemos meter en la caja una cierta cantidad de hojas escritas con información, o podemos mejor llenar discos CD llenos de información, o mejor la podemos llenar con discos DVD que almacenan más información, pronto vemos que lo mejor puede ser almacenar discos duros que contengan terabytes de datos, y la caja se hace más y más pesada entre más discos duros -o cualquier otro dispositivo de almacenamiento- comprimimos dentro de la caja; y al subir su peso mayor atracción gravitacional va obteniendo la caja (entre más masivo el objeto más curva el espacio-tiempo y atrae con mayor fuerza otros objetos).

Si pudiéramos de alguna manera encontrar la forma de llenar cada milímetro cúbico de la caja con información, y siguiéramos comprimiendo y comprimiendo más información al punto donde ocupamos todo el espacio y ninguna partícula puede moverse, teóricamente se llegaría a un límite y es cuando la caja adquiere tanta gravedad que se convierte en un objeto súper masivo, cuando esta caja sea tan masiva que no deje escapar ni siquiera la luz por su enorme peso -y por tanto gravedad-, nuestra ordinaria caja de zapatos se habrá convertido en un agujero negro. (Nota 35)

Ningún otro objeto en el universo contiene la mayor cantidad de constituyentes por área[19] que un agujero negro. Volviendo al ejemplo anterior de la caja, es decir que en el espacio de esa caja se contiene la mayor cantidad de información por área (Nota 36) posible pues ya no cabe nada más en el mismo espacio original al haber colapsado por su gravedad en un agujero negro.

El agujero negro puede sin embargo consumir nueva información de otros objetos que caigan dentro de él, aumentando así su tamaño obligatoriamente. Un objeto puede acercarse a un agujero negro sin ser tragado por este mientras se mantenga fuera del alcance de su fuerza de atracción de gravedad, es por esto que el agujero negro en el centro de nuestra galaxia no nos ha consumido, ya que nuestro planeta se encuentra muy lejos de este, pero si un objeto se acercase mucho al agujero negro, si cruza la frontera del “punto de no retorno”, entonces está destinado a quedar atrapado en el agujero negro sin escapatoria. A esta frontera entre orbitar el agujero negro y ser consumido por

él se le llama el *Horizonte de Eventos* (en adelante lo llamaremos simplemente el horizonte).

En 1971 los afamados astrofísicos Beckestein y Hawking descubrieron que los agujeros negros tienen más volumen (horizonte) que área de superficie, implicando que entre más objetos/información caen al agujero más crece su horizonte respecto a su superficie, la mayor cantidad de información en un agujero negro por tanto no reside en su masa, es decir no yace en el área sino en su frontera, en su horizonte.

Una manera de imaginar este horizonte es pensar en un agujero negro como un enorme imán en forma de una pelota, esta pelota tiene un campo de atracción magnética invisible (un horizonte), si un objeto metálico se acerca a ese campo entonces el objeto es atraído por la pelota hacia ella haciéndola más grande, pero si esta pelota fuera algún tipo de agujero negro entonces entre más objetos metálicos atrae más crece el campo de atracción magnético (la frontera u horizonte) que la pelota que atrae a los objetos.

Este horizonte de los agujeros negros irradia energía (conocida como *Radiación Hawking* en honor a su postulador Stephen Hawking) debido a fluctuaciones cuánticas, por tanto están sujetos a las leyes de la termodinámica y como consecuencia contiene entropía (también consecuentemente los agujeros negros no son eternos pues eventualmente se evaporan). La entropía de un agujero negro es proporcional a su horizonte de eventos, y este horizonte puede incrementar o mantenerse igual (similar al desorden en estados entrópicos) pero no puede disminuir, razón por la cual un agujero negro no puede partirse en dos agujeros menores.

Estos principios de termodinámica, entropía y agujeros negros a los que brevemente hago mención (obviando sus complicadas matemáticas) son muy interesantes y bien pudieran haberse rezagado a teorías sin implicaciones directas para nosotros en la Tierra, pero algo aún más interesante se deriva de estos estudios y es la razón por la que he dedicado esta sección sobre agujeros negros, pues todo esto introduce algo que es hoy conocido como el *Principio Holográfico*.

El universo holográfico

"La realidad es meramente una ilusión, aunque sea una muy persistente" – Albert Einstein

El filósofo Descartes imaginó -con propósitos metódicos de lógica- que ni su cuerpo ni el mundo exterior como lo percibe existen en realidad, sino que todo es producto de un "demonio brillante", un ente malvado capaz de presentarle una ilusión completa de que existe un mundo exterior donde hay otras personas y que le crea también la sensación de tener un cuerpo real con sensaciones reales. [20]

En la película *The Matrix* (de la cual ciertamente he hecho varias referencias y recomiendo vea la saga si no ha tenido la oportunidad) los seres humanos viven conectados sin saberlo a máquinas desde que nacen, estas máquinas simulan toda la realidad que perciben los humanos (edificios, el clima, comida, gobiernos, etc.) en un ambiente simulado controlado por computadoras con inteligencia artificial. La trama de la película proviene en parte de la idea del "demonio brillante" de Descartes y de una idea que el filósofo Platón propuso en su *Alegoría de La Cueva*, donde unas personas viven encadenadas en una cueva desde que nacen y son forzadas a creer que toda la realidad que existe en el mundo es solamente sus sombras reflejadas en una pared y ellos así lo creen.

¿Qué tan posible es que algo así, aparentemente salido de películas de ciencia ficción y de ejercicios mentales de filósofos esté de verdad sucediendo, y que nuestra realidad sea solo una simulación?

Los agujeros negros sugieren un principio interesante sobre el almacenamiento de información: en el objeto que más puede almacenar información esta reside en mayor cantidad no en el objeto mismo sino en una frontera que es parte del objeto. Algo similar a lo que sucede con los hologramas como los de las tarjetas de crédito o los proyectados con láser, estos hologramas dejan ver una imagen en 3 dimensiones de un objeto (fans de La Guerra de las Galaxias recordarán la escena de la primer película donde la princesa Leia pide ayuda a Obi-Wan Kenobi en un mensaje encapsulado en un holograma), pero la información sobre cómo hacer esa imagen en 3D reside 2D en la superficie del holograma

y no en la imagen misma. Algo similar sucede cuando vemos una película DVD en un gran televisor, la información sobre la película (aunque esta sea en 3D) no proviene de los objetos más masivos como el televisor o el reproductor, proviene del disco DVD, las imágenes son un reflejo de la información almacenada en otro lugar.

Este concepto es el que el físico Leonard Susskind llama el *Principio Holográfico*, y una consecuencia del mismo es que todo en nuestro universo –incluyéndonos- podría ser una proyección en 3D de información que reside en 2D en el horizonte de nuestro mismo universo, o sea en un lugar diferente al lugar donde los hechos de nuestro día a día suceden.

Si esta teoría es cierta podríamos resultar ser meras simulaciones computarizadas creadas por computadoras mucho más avanzadas que las que conocemos, hechas por las computadoras del futuro, o las de otras civilizaciones más avanzadas tecnológicamente. Quizá algo similar tuvo en mente el famoso escritor futurista Arthur C. Clarke cuando postuló su 3ra ley: "*Cualquier tecnología lo suficientemente avanzada es indistinguible de la magia*". [21]

Si el tiempo que conocemos es el tiempo que un programa de cómputo nos hace creer que es, bien podríamos todos nosotros y lo que nos rodea ser simulaciones creadas por seres del futuro que hayan dominado la inteligencia artificial (I.A.) y la tecnología con mejores capacidades de memoria y procesamiento de información, y que nos hacen creer que el año es por ejemplo el 2013 y no el año 3013. Esto, al menos indirectamente, es una consecuencia del comportamiento de los agujeros negros analizado en la sección anterior.

Sé que esta idea de que seamos solo la proyección en 3D de cosas que suceden en otro lado (en el horizonte de nuestro universo) en 2D, esta idea de que vivimos en un tipo de Matrix computacional -como la película-, es algo que suena descabellado, sin embargo las matemáticas detrás del Principio Holográfico siguen incorporándose a distintas ramas de la física como la física cuántica y la Teoría de Cuerdas; y hasta pudiera existir una manera de probar si realmente vivimos en una perfecta simulación computacional pues en Fermilab, un acelerador de

partículas en Illinois, está en construcción un aparato llamado "*holometer*" o "*holomedidor*" cuya función será la de detectar fluctuaciones holográficas en el espacio-tiempo. Este aparato aún se encuentra en desarrollo, pero pudiera revelar si la realidad que vivimos es simplemente una proyección holográfica.

Veremos los resultados de los experimentos de Fermilab y otros similares en el futuro, aunque en lo personal me parece que el Principio Holográfico es un interesante postulado matemático pero que está lejos de probar que nuestra realidad es una ilusión computacional, si esta lo fuera una paradoja por resolver es: ¿cómo creer en las matemáticas y la física si son productos de algún ser que las simula para nosotros y estas mismas matemáticas sugieren la existencia de la simulación?.

Que resultemos siendo el producto de una simulación hecha por algún tipo de computadoras es una de las más extrañas posibles realidades predichas por la ciencia y de las más difíciles de probar. Aún así no es del todo imposible, consideremos nuestras propias simulaciones artificiales en películas 3D y video juegos que son más realistas cada día y que el poder de nuestras computadoras incrementa exponencialmente (siguiendo un patrón conocido como la Ley de Moore) lo cual indica que en el futuro sus capacidades serán enormes, incluso basta con imaginar el tipo de computación que pudieran realizar civilizaciones extraterrestres más avanzadas para empezar a definir que el problema computacional de simulaciones puede ser de carácter técnico y no conceptual, sin duda el avance en tecnología puede permitir simulaciones muy reales como las que ya tenemos, y tal vez incluso tan reales algún día como nuestra realidad misma.

Si se toma en serio este principio y su relación con el comportamiento de los agujeros negros vemos que el problema de la realidad simulada puede radicar en limitaciones técnicas (mejores computadoras) y no tanto en lo descabellado de la idea. Después de todo el universo que conocemos está hecho de diminutas partículas, todas son iguales, es decir que un electrón de un corazón humano es estructuralmente igual a un electrón de una silla, no hay electrones diferentes y lo mismo aplica para todas las otras partículas atómicas. En electrónica todo se basa en impulsos eléctricos (en flujos de electrones) basados en 1's o 0's (de hecho puede decirse que solamente en 1's pues se puede considerar un 0 como la ausencia de un 1), un juego de video o

en una película que parece real están compuestos de los mismos 1's y 0's, no hay 1's de juegos ni 1's de películas, igual que en el universo es la configuración de los elementos más sencillos los que producen un resultado perceptible a nuestros sentidos.

Si el Principio Holográfico es cierto, quizá no somos solo soñadores en una vida ilusoria, sino que somos a la vez los sueños de alguien más.

¿Estamos realmente vivos?

Sabemos que estamos vivos, pero cuando decimos que estamos vivos ¿a qué nos referimos con estar vivos? ¿Es estar vivo moverse? en este caso una nube estaría viva también, si estar vivo es nacer, crecer y morir entonces ¿la más pequeña flor está igual de viva que nosotros? Si decimos que estamos vivos porque conducimos aviones y automóviles, porque sabemos sumar y restar o porque podemos hablar entonces una computadora estaría igual de viva que nosotros, o si estamos vivos haciendo referencia a que hacemos grupos sociales, tenemos hijos y nos comunicamos, entonces muchos animales -como los monos- estarían bajo esa definición igual de vivos que nosotros.

Pensemos en el asunto por un instante, ¿qué significa en realidad estar vivo? ¿Cuál es la diferencia entre una nube, una flor, una computadora, los animales y nosotros?

La distinción la hacemos en que nosotros tenemos consciencia de que somos nosotros y que estamos aquí, y podemos preguntarnos también dónde, por qué y cuándo es aquí.

Este sentido del "yo pienso" (Descartes terminaría la frase con "luego existo") es el que nos diferencia de todo lo demás que llamamos vivo en este planeta. Es ese sentimiento de que alguien pensante habita detrás de nuestros ojos, de que tenemos libre albedrío, de que podemos pensar que estamos pensando (auto-consciencia), de contemplar el universo, de entender el significado de infinito y de tener sentimientos complejos, al que le llamamos generalmente estar vivos.

El sentimiento de estar vivos y ser conscientes de ello es una propiedad que, hasta donde sabemos, existe solamente en los seres humanos en todo el universo.

¿Por qué pensamos?

Si hay algo que sabemos con seguridad es que somos seres conscientes y que estamos vivos (en el sentido propuesto anteriormente).¿Pero qué necesidad hay de que lo estemos? Ni el universo ni la Tierra parecen necesitar de los humanos para seguir siendo el universo y la Tierra, para este planeta somos solo otra forma de vida como todas las demás que existen, existieron y existirán.

La Tierra ha sobrevivido muchísimas catástrofes, incluyendo al menos 5 extinciones masivas, eras glaciales, impactos de meteoritos gigantes por miles de millones de años, terribles erupciones de volcanes, reversión de los polos magnéticos y terremotos; y aún después de todo eso ha tenido el tiempo para regenerarse una y otra vez creando nuevas formas de vida en cada ciclo. El 99% de las especies que alguna vez vivieron están ya desaparecidas[22], perdidas por siempre, y es gracias a todo eso que este planeta es favorable en todo aspecto para que surgieran seres humanos pensantes como nosotros, pero ¿por qué? Bien pudiéramos ser un tipo de humanos sin consciencia de sí mismos y todo seguiría igual en el universo, y ni qué decir del favor que le hubiéramos hecho al planeta y sus ecosistemas auto-sostenibles.

Es más sencillo explicar temas como el Big Bang y el origen del universo que explicar por qué somos conscientes y estamos aquí. A este paradigma se le conoce filosóficamente como el "*problema difícil de la consciencia*", un concepto filosófico antiguo pero en boga recientemente por el filósofo de la mente humana David Chalmers[23].También para Chalmers existe el problema "sencillo" de la consciencia, este reside en justificar nuestras acciones conscientes basadas en aspectos biológicos y físicos científicamente comprensibles.

La física cuántica que vimos en el primer capítulo pudiera tener una respuesta a este problema tan transcendental que plantea Chalmers y muchos otros, pues de ella se podría derivar que es gracias a que existe la consciencia que las cosas se transforman de potencial a cosas, creando un escenario donde el universo necesita de un observador para existir y donde el observador y el objeto observado son uno mismo, y que esto es lo que causa el colapso de la onda en el experimento de doble ranura.

Volveremos a este punto luego, de momento tomemos el camino que nos lleva a descubrir los posibles lugares de donde se originaría la consciencia.

El origen de la consciencia

Antes de adentrarnos en la búsqueda del origen de la consciencia hay que definir primero qué es la consciencia, algo que ya delineé brevemente unos párrafos atrás.

Nótese que para los propósitos de este libro parto del precepto de entender la consciencia como algo especial y único del ser humano. Algunos textos y escolares del tema se refieren en este mismo sentido como tener “auto-consciencia”, es decir estar al tanto de que uno es uno mismo. En ciencias cognitivas existen varios grados y tipos de percepción y consciencia. Esta diferenciación de términos entre auto-consciencia y consciencia es útil para distinguir que aún los animales y otras formas de vida son capaces de distinguir en diferentes niveles su entorno y otros animales, tienen formas de memoria y de modelos sostenibles para su procreación. Hecha esta salvedad en adelante trataré el término consciencia en este sentido de auto-consciencia.

El problema es que no hay una fórmula para definirla, pues aunque existen definiciones de tipo diccionario no hay una que satisfaga a todos por igual, esto es así en parte porque es un tema que se ha estudiado relativamente poco desde el punto de vista científico, pues –lamentablemente- el estudio de la consciencia, del “yo”, se dividió en dos partes opuestas hace unos 350 años, cuando el estudio de las cosas materiales fue tomado por la ciencia, y el estudio del alma y las cosas inertes por las religiones (no es de extrañarse que desde entonces han habido muchos más aportes sobre este tema por la ciencia que por las religiones). La sociedad moderna está de vuelta tratando de unir ambos campos, buscando el origen científico de lo inerte y recuperando el tiempo perdido por quienes no lo hicieron ante el miedo de la temerosa censura religiosa de aquellas épocas y sus candentes hogueras.

El origen de la consciencia, incluso su significado mismo y ramificaciones, es un debate abierto, un tema que se analiza,

discute y experimenta desde muchos ángulos: neurológicos, físicos, meta-físicos, filosóficos, religiosos, etc, y esta es una de las razones por las que existen tantos libros, estudios y experimentos al respecto, otra razón es que es un tema muy general que casi cualquier persona puede abordar en un nivel u otro, pues aunque no todas las personas debatirían en una fiesta sobre la radiación de los agujeros negros debido a las fluctuaciones cuánticas de partículas en su horizonte, cualquier persona en el mundo, casi de cualquier edad o lugar, puede discutir en una fiesta o reunión sobre qué es estar vivo, pues es algo normal que las personas experimentan todo el día y todos los días, a diferencia de los agujeros negros.

El origen de la consciencia es un tema extenso, para los propósitos de este libro se analizará brevemente ya que el propósito es obtener una perspectiva general de nuestras vidas y del "porqué" somos, y no los detalles de cada aspecto de estas.

El tema de su origen, para estos efectos, se hará desde dos posibles perspectivas: material e inmaterial.

La consciencia: materia sobre mente

Si la consciencia tiene un origen material, es decir si nuestra capacidad de pensar proviene de algo tangible, el lugar más obvio para ubicarlo es en el cerebro.

Esto tiene sentido sobre todo cuando se considera lo que se sabe actualmente sobre el funcionamiento del cerebro, es conocido que si el cerebro falla, las personas pierden la razón y dejan de ser las mismas pudiendo incluso quedar totalmente paralizadas o en estados vegetativos que se reconocen generalmente como de no estar conscientes.

Otra razón para suponer su origen en el cerebro es porque cuando se anestesia una persona para operarla, la anestesia afecta un área del cerebro que "apaga" la consciencia mientras se opera el paciente dejándolo en un estado inconsciente. Si la consciencia no fuera material entonces ¿por qué se puede apagar con químicos en una sala de operación?

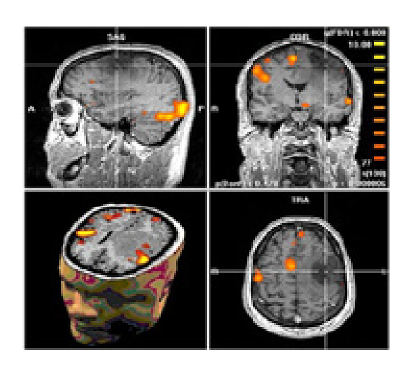
También podría pensarse que la consciencia proviene y reside en el cerebro porque nuestra percepción de la realidad varía enormemente si tomáramos drogas alucinógenas o ingestas

excesivas de alcohol, que afectan diversas zonas del cerebro.

Por razones como las anteriores parece bastante lógico el deducir que la consciencia proviene del cerebro, es decir de algo material. Si este es el caso entonces la consciencia debe de regirse por las reglas de la física, como todo lo demás de origen material.

El principal componente de esa masa gris gelatinosa de kilo y medio que tenemos entre las orejas, son las neuronas. Hay unas 100 mil millones de neuronas haciendo trillones de conexiones de sinapsis sin parar en todo momento en el cerebro.

Atrás quedaron los días de las dolorosas operaciones a cráneo abierto, lobotomías y trepanaciones sin anestesia que millones de desafortunados –y por lo general no voluntarios- pacientes tuvieron que soportar en la búsqueda de los científicos de antaño por descubrir el funcionamiento del cerebro. Dichosamente hoy tenemos un enorme arsenal tecnológico menos doloroso e invasivo para estudiar el cerebro, como la tecnología de imágenes TAC (siglas de Tomografía Axial Computarizada), EEG (Electroencefalografía) y fMRi (siglas en inglés para Resonancia Magnética Funcional) (Nota 37) que no requieren atar al paciente a una silla, darle unos tragos de whisky, hacerlo morder un trozo de cuero y perforarle la cabeza con sucias sierras y taladros manuales.



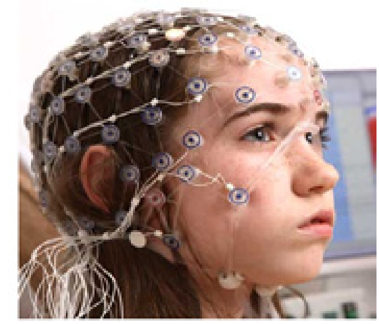


Ilustración 19: Izquierda: medición de zonas activas en el cerebro mediante equipo de Resonancia Magnética Funcional (fMRI). Derecha: Una paciente conectada a equipo de Electroencefalografía (EEG).

Con estas nuevas tecnologías se pueden relacionar las reacciones de un paciente hacia un estímulo específico y ver cuales zonas del cerebro se activan en ese momento. Por ejemplo se le puede mostrar a un paciente hambriento un plato de comida y detectar cuales zonas del cerebro se activan, deduciendo así cuales zonas son las responsables de estimular el apetito.

Gracias a estas tecnologías y a diversos experimentos derivados de las mismas, se han identificado muchas áreas del cerebro relacionadas con todo tipo de estímulos cotidianos. Se sabe de zonas especializadas del cerebro para hablar, para movernos, para identificar las caras de nuestros parientes, etc. Igualmente se han identificado grupos de neuronas con funciones especializadas en esas zonas.

Y aun así, con todos estos experimentos y tecnologías, todavía no se ha encontrado una zona, o un grupo de neuronas en el cerebro, responsables de crear nuestra consciencia.

Los estudios del cerebro han cambiado muchas de las perspectivas que se usaban en psicología para la identificación de delirios y fobias en pacientes siquiátricos, nuevas ramas como la Neuropsiquiatría y la Neurosicología entienden ahora que trastornos profundos en pacientes siquiátricos pueden deberse a áreas del cerebro dañadas y no a conflictos personales. A estas ramas se les suman otras como la Neurología de Comportamiento y la Neurociencia Cognitiva en Acción. Estas ramas médicas aprovechan la tecnología moderna (tecnología de la que no disponían siquiatras icónicos como Sigmund Freud o Carl Jung) para explicar cómo comportamientos irracionales pueden deberse a problemas en ciertas áreas del cerebro y no a fobias, demonios, espíritus, hechizos vudú, encantos mágicos ni cosas por el estilo.

Aún se discute si la biología y la Sicología Evolutiva (Nota 38) pueden justificar definitivamente el surgimiento de la consciencia a ámbitos meramente evolutivos, pues muchos otros animales evolucionaron similar a nosotros, sortearon obstáculos similares en el proceso pero ninguno tiene una consciencia como la humana. Dicho sea de paso hay muchas diferencias entre el cerebro humano y el cerebro de otros animales como los simios o monos (aunque con estos compartimos más del 95% de nuestros genes).

Al cerebro y sus miles de millones de neuronas se le pueden atribuir el procesamiento de todas las funciones motoras que realizamos día a día, hay identificadas zonas en el cerebro de placer, de odio, de recuerdos, de memoria, de identificación de colores y sonidos, etc; pero una zona para la consciencia no ha sido identificada con claridad. Se ha dicho en respuesta a lo anterior que es posible que esa zona o neuronas especializadas no existan, y que el proceso de consciencia sea un proceso global que ocurre en todo el cerebro.

El cerebro y los zombis

"El propósito de la vida de una persona es convertirse en un zombi miserable que sirve a un propósito que no conoce, por razones que no se cuestiona." – Ayn Rand , novelista.

Las películas de zombis no son mis favoritas, menos en estas épocas fílmicas actuales donde en muchas películas los zombis ya no caminan lento y torpe como antes sino que corren y saltan por todo lado. Sin embargo las veo ocasionalmente porque siempre me hacen reír –lo que molesta ligeramente a mis compañeros de sala-, pues encuentro a los zombis bastante torpes, van golpeándose entre ellos, hablan como bebés y se les caen partes a pedazos, eso es bastante cómico para mí, aunque no creo que tanto para los pobres zombis.

En esas películas los zombis son técnicamente muertos vueltos a la vida, o vivos infectados por algún virus experimental, y aun así con lo torpes y grotescos siguen siendo humanos, pues parecen humanos, caminan como humanos, saben dónde es arriba y abajo, se alejan del peligro y buscan alimento como cualquier otro humano. Estos zombis sin embargo son diferentes a los humanos normales porque ya no son conscientes de lo que son, aunque puedan moverse y actuar como humanos no pueden reflexionar sobre las cosas y se mueven meramente por impulsos básicos como comer.

Este pequeño estudio de los zombis ilustra la diferencia entre un cerebro zombi que puede identificar colores, sonidos, lugares, atender necesidades y dar órdenes de movimiento; y un cerebro no-zombi que hace todo eso mismo pero que a su vez le da un

tipo de valor a esos colores, sonidos, lugares, etc.

Este aspecto de darle un valor a las cosas es conocido en filosofía como asignación de “qualia”. Se refiere a algo como el sentido de atribuirle rojez al rojo, lo oscuro de la oscuridad, lo mojado del agua, o como al ver una manzana alguien la valoriza y la pudiera asociar con Adán y Eva, William Tell, Newton y la gravedad, el olor de la navidad, un regalo para un maestro o en algo para comer de postre.

Una diferencia entre zombis y humanos normales es la falta de esa qualia, pues los zombis no se detienen a contemplar atardeceres, aunque si pueden distinguir los tonos rojos, naranjas y violetas de los atardeceres. Ambos, zombi y no-zombi pueden ver el mismo atardecer, sus cerebros lo procesan igual y en las mismas regiones pero solo uno de ellos le da algún valor al atardecer. Desde el punto de vista de los zombis no somos una criatura que tiene un cuerpo, sino que somos simplemente *un* cuerpo.

Tanto hablar de los muertos vivientes ha sido con el propósito de ejemplificar esta diferencia entre nuestra consciencia y la de otras especies, sin embargo dejo en sus manos la tarea de responder qué significa decir que somos conscientes.

La medicina moderna puede proporcionar un gran entendimiento sobre el funcionamiento del cerebro, y la neurología se inclina por decir que el surgimiento de la consciencia puede explicarse por medio del entendimiento de los procesos del cerebro, pues ciertamente la neurología puede decir qué áreas del cerebro se activan cuando una persona ve el color rojo, que tipos de onda de luz reciben los ojos, que tan intenso es el rojo, si proviene de algo que irradia calor o frío, o si la persona le teme o no al color rojo. La neurología puede decirnos todo sobre ese momento en que alguien ve un objeto rojo (esta es la idea mencionada anteriormente sobre el “problema sencillo” de la consciencia), pero no puede decir qué significa para esa persona el color rojo, que tan mojada siente el agua, que tan dulce le sabe un caramelo, o porqué debe de darle esos valores o qualia (este es el “problema difícil” de la consciencia).

El afamado neurocientífico V.S. Ramachandran se refiere al tema diciendo que: “entender la consciencia y qualia no puede hacerse a nivel de neuronas sino a nivel de circuitería del cerebro en zonas específicas…y se deben de entender ambas a la vez y no por separado pues ambas son lados de una misma moneda… este es el santo grial de la neurociencia…debemos buscar en zonas como la *gyrus supramarginal* y la zona *gyrus angular agrandada* exclusiva de los humanos…”[24]

La física del pensamiento

Si la premisa anterior de que la consciencia proviene de procesos normales del cerebro es correcta, entonces hay que aceptar que todo lo que pensamos y creemos, así como nuestros sentimientos de amor, odio, felicidad, tristeza, problemas y todo lo que hacemos en esta vida, es un proceso normal que ocurre dentro de nuestra oscura cabeza en el cerebro(dicho de paso es curioso que el cerebro se encuentra encerrado en total oscuridad dentro de un confinado espacio en nuestra cabeza y aun así pueda percibir luces, colores y espaciosos paisajes). Con esta propuesta se debe asimilar que el procesamiento generador de consciencia se apega a leyes físicas y que por tanto no está gobernado por algo fuera del cuerpo humano, es decir que no proviene de algo divino, mágico o sobrenatural.

Si se acepta todo esto- y siendo bastante reduccionistas al respecto- deberemos aceptar que la consciencia proviene ultimadamente de los átomos que conforman los elementos químicos que conforman las moléculas que conforman las neuronas que conforman el cerebro. En este panorama la consciencia es solo un fenómeno normal del cerebro humano y por tanto tiene una *Causal Emergente,* donde surge de átomos a consciencia y no al contrario.

Una causal emergente es parte del fundamento de la Inteligencia Artificial (IA) que se busca para la nueva generación de robots y computadoras (incluyendo las cuánticas), se espera que estas sean en un futuro inteligentes, conscientes de su ambiente para reaccionar correctamente sin interacciones de usuarios (esperando que no tomen decisiones en contra nuestra como lo hizo HAL 9000).

El discurso de la IA es que si una consciencia e inteligencia como la humana puede surgir de simples uniones de átomos, también puede surgir de circuitos electrónicos hechos también de átomos.

Se sabe que el cerebro se comporta de muchas maneras como una computadora biológica muy compleja usando sus neuronas como circuitos para procesar datos. Aunque bien existen computadoras que pueden hacer cálculos matemáticos mejor y más rápidos que un cerebro humano o incluso ganarle un partido de ajedrez al mejor ajedrecista del mundo (como la derrota de Gary Kasparov contra *Deep Blue* en 1997), ninguna computadora puede -de momento- ser consciente de sí misma.

El cerebro cuántico

Por lo general se hace referencia a que el cerebro procesa información similar a una computadora, aunque esta visión también tiene sus detractores quienes aducen que "computadora" es solo el término de moda pues antes se le comparaba con televisores o radios que recibían señales y las convertía en imágenes o sonidos. Las computadoras sin embargo difieren mucho de los televisores y los radios entre otras cosas porque pueden hacer esas mismas funciones y muchas otras más de tipo procesal a velocidades asombrosas.

Las computadoras actuales se basan en un sistema de cálculos binario, es decir un sistema de 2 partes, donde procesan "bits" de información donde algo es 0 ó 1. Los microprocesadores de las computadoras tienen un sistema de compuertas electrónicas que hacen que los electrones fluyan en diferentes direcciones, compuertas AND, OR, IF, etc., este sistema binario es el que permite hacer cálculos matemáticos de los que luego surgen los lenguajes de cómputo que luego crean los programas que usamos todos los días como internet, calculadoras y video juegos. Todo esto reside en el procesamiento por medio de lenguajes de programación basados en algoritmos matemáticos de la computación de 1's y 0's.

Para realizar esos cálculos las computadoras necesitan de muchos bits, es decir de muchos 1's y 0's, para simplificar el conteo existen unidades en computación como byte (8 bits),

megabyte, gigabytes y terabytes (1 000 000 000 000 de bytes ó un trillón de bytes ó 10^{12} bytes). Las computadoras también necesitan de muchos componentes electrónicos que son miniaturizados en microchips que funcionan a altas velocidades medidas en unidades de Hertz (Kilo Hertz, Mega Hertz, etc.) que hacen referencia a la cantidad de ciclos por segundo de la señal del reloj del procesador.

Los detalles del funcionamiento de una computadora son en su mayoría irrelevantes de momento, lo importante a recordar es que el sistema de cálculos de una computadora se basa en procesar muchos 1's y 0's.

Hay otro tipo de procesamiento de datos diferente al binario: el procesamiento cuántico.

En este procesamiento un dato no es 0 ó 1, sino que puede ser 0 y 1 a la misma vez, algo puede estar encendido *y* apagado a la misma vez.

Este estado dual es permitido a niveles atómicos, recordemos el capítulo 1 sobre superposición cuántica, es sabido que una partícula puede estar en dos estados, en dos lugares, a la misma vez. Las computadoras cuánticas utilizan propiedades de partículas atómicas -como el spin- para crear un nuevo tipo de bit en superposición, llamados Qubits, y estos son la base para la nueva generación de computadoras cuánticas que se encuentran actualmente en desarrollo con capacidades de procesamiento de información más allá de lo imaginable hoy día.

Se estima que una computadora cuántica del tamaño de un laptop podría tener la capacidad de procesamiento de millones de laptops como las que usamos hoy día. (Nota 39)

Sabiendo que el procesamiento cuántico es mucho más poderoso y eficiente que el procesamiento binario (esto se debe en su mayoría a la facilidad del cálculo de factoriales en sistemas con Qubits), podríamos suponer que el cerebro realiza este tipo de procesamiento de información, después de todo el cerebro está hecho de átomos y partículas que se comportan según la mecánica cuántica donde estados de encendido y apagado (0 y 1) a la vez son permitidos.

Bajo esta premisa el físico Roger Penrose y el anestesiólogo Stuart Harmeroff han propuesto una teoría llamada *Reducción Objetiva Orquestada ó* "ORCH-OR".

En esta teoría unas estructuras llamadas microtúbulos (polímeros cilíndricos de la proteína “tubulina”) que existen dentro de las neuronas estarían llevando a cabo un tipo de computación cuántica.

Estos micro túbulos también existen en otro tipo de células, no solo en las neuronas del cerebro, por ejemplo existen en el Paramecio (un organismo unicelular, por tanto sin cerebro, sin neuronas, sin sinapsis), este organismo realiza las funciones básicas de un organismo vivo como nadar, encontrar compañeros, tener sexo, aprender y evitar obstáculos, todo sin necesidad de neuronas. Según Penrose-Hammeroff “…se enlazan las funciones biológicas a procesos cuánticos, elevando la posibilidad de que la consciencia surja de efectos cuánticos no-locales en el cerebro. Esto por tanto, sugiere el “problema difícil” de la naturaleza de que la experiencia consciente requiere de una visión global en la que la consciencia o sus precursores son componentes irreducibles de la realidad”[25].

Otras razones para el cerebro

Hemos visto como la consciencia que hace a los humanos diferentes de otros animales, pudiera provenir de esta masa en nuestras cabezas que hace algún tipo de computación cuántica.

Pero pudiera ser que la razón por la que tenemos cerebros no es ultimadamente para pensar o tener sentimientos, ello sería una “extra” adquirida por el cerebro evolutivamente con el tiempo, su principal función pudiera provenir de otras necesidades más elementales en un ser vivo.

Para el neurocientífico Daniel Wolpert, la única razón para que exista el cerebro es para que produzca “movimientos complejos y adaptables…el movimiento es la única manera que tienes para afectar el mundo a tu alrededor…todo depende de la contracción de músculos…algunos moluscos marinos cuando no tienen necesidad de moverse se comen su propio cerebro…” [26]

DMT: La molécula del espíritu

¿Puede surgir la consciencia de la interacción química con una droga natural?

En el año 2001 el siquiatra Rick Strassman escudriñó esa posibilidad tras compilar años de estudios sobre sustancias sicodélicas, los resultados los publicó en su libro *DMT: La molécula del espíritu.*

Hago una pausa para advertir que aún hoy, 10 años después de la publicación del libro, no han surgido pruebas sólidas sobre las teorías de Strassman, por tanto hemos de considerar esta teoría como una hipótesis en espera de aprobación científica.

El compuesto químico Dimethyl Tryptamina (DMT) es una sustancia sicodélica que se encuentra en prácticamente todas las variedades de plantas, flores y animales (la razón por la cual DMT existe tan abundantemente en la naturaleza es desconocida), y actúa como un neurotransmisor.

DMT es el componente principal de la Ayahuasca, la droga utilizada por los indígenas chamanes de Brasil y Perú para entrar en contacto con "el más allá" en estados elevados de consciencia. DMT es de hecho el alucinógeno más poderoso conocido en el mundo, sus usuarios describen viajes astrales y experiencias reales y profundas como ninguna otra droga conocida los provoca.

Strassman estudió el DMT y encontró que la glándula Pineal, la cual es una parte del cerebro poco conocida pero sabida responsable de regular patrones del sueño (Nota 40), produce DMT en niveles elevados cuando una persona sueña. Otra conclusión de Strassman es que los niveles de DMT son también mayores al momento de nacer y al momento de morir (los dos momentos más importantes en la vida de una persona).

Las conclusiones de Strassman sugieren algo interesante, dicen -entre líneas- que la consciencia es el resultado de esta droga DMT y que es esta droga la que conecta nuestra consciencia con otros estados conscientes superiores que alcanzamos al nacer, al soñar y sobre todo al morir[27].

Lo más curioso de esta poderosa droga es que aunque considerada ilegal, se encuentra libremente en la naturaleza, está en su cerebro, y también en las plantas de su propio jardín y las

que come diariamente.

Queda por verse si Strassman tiene razón sobre sus hipótesis, pues las pruebas han tardado en presentarse, aun así me pareció de interés presentar esta tercera alternativa sobre el origen de la consciencia a manera de referencia.

Sería curioso descubrir que pasamos toda nuestra vida drogados obligatoriamente para poder conectarnos con el universo.

La consciencia: El fantasma en la máquina

En 1981 salió a la venta uno de mis discos favoritos de uno de mis grupos favoritos: *Ghost in the Machine* (*el Fantasma en la Máquina* traducido al español), por The Police.

Era apenas un niño entonces, pero recuerdo bien haber visto la curiosa portada del disco acetato en la casa de alguno de mis familiares o en alguna venta de discos y KCT's (sí, antes existían de esas), la portada para aquellos no tan fanáticos de The Police son 3 extraños símbolos dibujados en caracteres LED rojos como los de las calculadoras antiguas (ilustración 20).

El disco contiene temas con nombres peculiares como "el sol invisible", "espíritus en un mundo material", "omegaman" y "el viaje secreto", entre otros. El diseño intrigante de la portada, las letras con frases profundas y lo extraño de la música hizo que ese disco me hiciera preguntarme si verdaderamente había algo "fantasmal" detrás de todo el asunto, supongo que mis padres también pensaron lo mismo porque mis discos se me perdían con bastante regularidad en aquél entonces.



Ilustración 20: Símbolos en la portada del álbum Ghost in the Machine por The Police, estos representan las caras de los 3 integrantes del grupo.

De hecho si hay algo “fantasmal” en esta historia del disco, el título el “*Fantasma en la M*áquina” es una frase del filósofo Gilbert Ryle de 1949 que usó para describir el dualismo de mente-cuerpo postulado famosamente por el filósofo Descartes.

Este dualismo dice básicamente-en la versión de Descartes-, que la mente no es una sustancia física, sino algo separado de la materia (por tanto del cerebro y sus átomos).Claro que este es un enfoque filosófico, no científico, y es una idea intrínseca no solo en muchos filósofos de antes y de ahora sino que es la base de muchas religiones, credos, chamanismos y creencias paranormales entre ellas la creencia de espíritus o fantasmas sin cuerpos físicos.

Algunos científicos muy renombrados creen que existe la posibilidad de que la consciencia surja separada de la materia, o sea que no provenga de un cerebro. Por ejemplo el físico y popular escritor Amit Goswami describe esta posibilidad como *Causal Divergente*[28], siendo esta algo necesario para resolver muchas anomalías y paradojas científicas ya que invoca niveles superiores de consciencia que no es material, ni es local. La justificación para Goswami es la misma que usan muchos otros científicos y no científicos de todo tipo para lo que es una nueva manera, una forma “new age” de ver la realidad, y todo esto revolotea, nuevamente, en lo “raro” del átomo y su mecánica cuántica.

La consciencia: mente sobre materia

Recordemos brevemente lo “raro” del átomo expuesto en el primer capítulo: las partículas de un átomo pueden estar en varios lugares a la vez, tienen un comportamiento sobre el tiempo diferente, hay partículas entrelazadas sin importar la distancia, no podemos definir su posición exacta pues no podemos medir varias de sus variables a la vez, pueden surgir de la nada en fluctuaciones y lo más extraño es que cuando las observamos en un experimento se comportan de una manera (como partículas) y cuando no las observamos se comportan de otra (como ondas).

Si suponemos que la consciencia es algo que no tiene un origen material, uno de los problemas es entonces determinar cómo algo no-material (consciencia en este caso) puede interactuar con algo

material (el cerebro y partículas), pues cualquier medio que utilice para conectarse debe de ser de tipo energético y por tanto debe regirse por el Principio de Conservación de Energía estipulado por la 1ra. Ley de la Termodinámica.

Si esta energía sale de un mundo material a uno no material y de vuelta está en contradicción con este principio (la energía debe mantenerse constante, puede transformarse, pero no puede aparecer y desaparecer de la nada).

Una posible solución a esta paradoja puede provenir de la mecánica cuántica del átomo, donde las partículas no existen en un lugar determinado sino que tienen solamente la *posibilidad* de existir aquí o allá, podríamos pensar entonces que es la consciencia del observador la que escoge una de las posibilidades y al hacerlo ordena que las partículas tengan una posición definida en ese momento. La consciencia y la materia en este caso no están separadas, no hay un dualismo, son parte de una misma acción al definir una y la otra la realidad de un objeto físico.

Esta comunicación -según esta interpretación- no requiere de señales energéticas pues es la consciencia escogiendo posibilidades de sí misma, es una consciencia fuera de las barreras del espacio-tiempo, resolviendo así la paradoja del canal de comunicación entre lo material y lo inmaterial. [29]

Recordemos que hay propiedades del átomo que permiten una comunicación sin señal y sin intercambio de energía, tal es el caso de las partículas entrelazadas que cambian su estado (spin) simultáneamente sin importar la distancia entre ellas. Este tipo de comunicación es el que podría ser utilizado en un escenario donde la consciencia sea de origen inmaterial.

Esta visión “no dualística” de la mente sobre materia es la que proponen muchos grupos de esta nueva “filosofía espiritual” basada en la ciencia de la mecánica cuántica (Nota 41), donde se interpreta la consciencia como algo no-local y entendida como algo que existe en todos lados. La consciencia pasa en esta propuesta a ser algo compartido entre los seres vivos, y el mundo material como la arena donde la consciencia escoge de las posibilidades para definir la realidad.



Ilustración 21: Logo del grupo SAND (Science And Non Duality), una variación de la ecuación $E=MC^2$ de Einstein donde la E ha sido remplazada por el símbolo del hinduismo “OM”

De vuelta a las ranuras

Por miles de años religiones, filósofos y pensadores han tratado de resolver el misterio del por qué pensamos y somos conscientes de nosotros mismos.

¿Pudiera ser que en el estudio del átomo se oculte esa verdad que tanto se ha buscado por miles de años?

Aunque he mencionado en muchas ocasiones el experimento de la doble ranura, debo reiterarlo de nuevo por ser crucial en este punto de la lectura. En este experimento un fotón (o cualquier otra partícula) es disparado a través de una lámina metálica con dos ranuras, al otro lado de la lámina hay una pantalla donde queda registrado el lugar donde impacta el fotón luego que pasa por una o la otra ranura, el resultado es que los fotones dejan impreso un patrón típico de una onda (como las ondas que hace una piedra al caer en el agua) y para que este patrón suceda el fotón pasa por ambas ranuras a la vez para luego interferir consigo mismo. Este comportamiento cambia cuando se instalan sensores para ver por cual ranura pasa el fotón en realidad, cuando estos sensores se encienden el fotón deja de comportarse como onda y solo deja registradas marcas típicas de una partícula pasando por solo una ranura ó la otra, no por ambas.

Anteriormente expuse varias de las explicaciones científicas propuestas para este “raro” comportamiento del átomo, algunas dependen de multiversos, otras de una relación probabilística, pero existe otra posible explicación, aunque es de tipo más filosófica, más espiritual, más “new age” del resultado del experimento, esta se refiere a que es la consciencia de los seres vivos la que colapsa la onda, es el mismo acto de observar una partícula la que la define en un lugar en específico pues antes de observarlas las partículas son meramente *ondas de posibilidades* en espera de existir en un lugar definitivo.

Este colapso de la onda de las partículas causado por un observador consciente, junto con los aspectos de no-localidad y de no-dualismo discutidos anteriormente llevan a muchos, incluyendo algunos renombrados científicos, a conclusiones realmente interesantes sobre la realidad. Por ejemplo que nuestra realidad no existe sin una mente que la defina pues sin una mente que la defina la realidad sería solo un estado de “potencial infinito” de posibilidades, así como una hoja de papel en blanco es solo un medio para transmitir potencial, así la realidad sería solo un medio donde la consciencia transforma el potencial de las partículas en la realidad que vemos todos los días.

Pensemos en esto de nuevo, si es la consciencia la que define la posición de las partículas y si todo está hecho de partículas en el universo, entonces la consciencia, es decir nosotros mismos, somos quienes creamos todo lo que existe en el universo! donde nada existe predeterminadamente pues todo se encuentra en un estado de posibilidad. El ser humano sería -sin saberlo- el creador de la realidad, siendo así nuestros propios dioses. (Nota 42)

La caja de Pandora cuántica

Un antiguo mito griego cuenta que a la primera mujer en existir, llamada Pandora, le entregaron una caja que contenía todos los males y demonios del mundo. La curiosidad de Pandora los liberó al abrir la caja y ahora no pueden devolverse a la caja.

La física cuántica, la nueva Teoría de Cuerdas y los descubrimientos sobre el origen del universo y la vida, han abierto una caja que como la de Pandora ya no puede cerrarse. Es una caja llena de sorpresas, como las cajas de juguete que contienen un payaso que salta y asombra a un niño que piensa al verlo “ah ja!”. La caja contiene muchas cosas, y aun así para muchos todas ellas están últimamente unidas y son en sus niveles más profundos parte de una misma realidad.

La Teoría de Cuerdas presenta un escenario donde las partículas están hechas de unas diminutas cuerdas de energía, la manera en que estas cuerdas vibran dan origen a todas las diferentes partículas. Hay toda una matemática compleja respaldando la Teoría de Cuerdas, pero hay otra consecuencia de la teoría

cuando se mira desde un ángulo místico fuera de la física, y es el ver que las cosas, nuestra realidad, surge de un tipo de "mar" de energía.

El físico John Hagelin describe esto muy bien diciendo que "planetas, árboles, gente, animales, etc, somos todos ondas de vibraciones de este campo de súper cuerdas. Estamos unidos en lo más básico y últimamente el entendimiento de esto será que solo existe una consciencia…esta es la fuente de todas las leyes de la naturaleza, todas las fuerzas fundamentales, todas las partículas fundamentales, todas las leyes que gobiernan la vida en todos los niveles del universo tienen su fuente común en este campo de potencialidad…" [30]

Esta idea es la que utilizan muchos "científicos místicos" modernos para justificar lo "raro" del átomo:

-La dualidad de las partículas: se justifica cuando se incluye un observador consciente, las cosas no existen hasta que alguien las ve.

-El entrelazamiento de partículas: el universo no es local, hay modos de comunicación sin necesidad de señal, similar al salto que hacen los electrones de órbita a órbita.

-El experimento de la doble ranura: es la consciencia del observador la que colapsa la onda, antes que alguien la colapse todo existe como simple potencialidad en el universo. Esta interpretación del experimento es también conocida como la *Interpretación Copenhague* de la mecánica cuántica.

-La Teoría de Cuerdas: sugiere un campo energético donde todo está conectado, este campo es el origen y residencia de la consciencia, la cual es única y compartida entre todos, es decir todos somos uno.

Este tipo de pensamiento no es nuevo, pero su enfoque científico sí lo es y está muy bien respaldado por matemáticas congruentes y experimentos que pareciera proveen las pruebas de un pensamiento tan antiguo como el hombre mismo.

Esto es algo que muchos místicos y religiones han venido diciendo por muchísimos años: la idea de que el mundo material es una ilusión y que la base de todo es algo no-físico donde todos somos uno. Un pensamiento milenario totalmente contrario a la idea del *solipsismo* donde una persona cree que su consciencia es la única que existe.

En el hinduismo este campo divino supremo es el Brahman, y el YO es el Atman. Para los hindúes la meta es llegar al entendimiento de que ambas son la misma cosa, que el Atman *es* Brahman, que todos somos uno y todos somos divinos. Para los budistas no es la creencia en un dios sino en estar iluminado, en estar "despierto". Es el Ying Yang del Taoísmo chino, el Dios de los judíos y cristianos omnipresente en todo lado e igual para todos.

Desde este punto de vista la mecánica cuántica provee pruebas que se pueden interpretar con repercusiones en campos de espiritualidad para probarse a sí misma correcta.

La consciencia ciega

"La ciencia es mucho mejor encontrando las cosas que existen… que descartando las que no existen." – Marcelo Gleiser – Físico y astrónomo.

Este capítulo tiene como objetivo presentar algunas teorías e hipótesis sobre el origen de la consciencia, entendida esta como lo que nos define como humanos y nos hace sentir que hay alguien dentro de nosotros que piensa.

¿Es de origen material y por tanto tiene una causal emergente, es decir que va de átomos a cerebros a consciencia? o ¿proviene de algo inmaterial con una causal divergente, es decir de un estado superior de consciencia común a personas, a cerebros a átomos?

He expuesto ambos lados de la moneda y he presentado algunas propuestas científicas sobre ellos, pero ninguna es de momento definitiva, la búsqueda del origen de esto que nos hace humanos continúa y continuará por mucho tiempo. Quizá nunca lleguemos a un consenso sobre de dónde proviene y qué es exactamente la consciencia. Menos a saber con certeza si es algo poco usual en el universo, incluso quizás exclusivo de los seres humanos, o si es al contrario algo muy común y normal en otras regiones del cosmos que aún no podemos explorar.

La neurología y la tecnología médica avanzan rápidamente y siguen buscando la zona del cerebro responsable de la consciencia. Por otro lado el comportamiento extraño del átomo sirve como la justificación de muchos que ven en este una "verdad

oculta" de la naturaleza de la realidad donde la consciencia misma surge de un mar de potencialidad de donde esta crea la realidad, y donde "creemos lo que vemos y vemos lo que creemos".

Ambos enfoques tienen algún tipo de fundación científica. En el caso de la consciencia colectiva la base sigue siendo científica pues se basa en la mecánica cuántica del átomo, como el átomo tiene un comportamiento extraño las conclusiones que se derivan de este son igualmente extrañas, aunque no por eso dejen de ser ciertas, esta es una de las ideas principales de este libro: la realidad puede ser más extraña de lo que nunca imaginamos.

Hay otro enfoque aparte de estos dos expuestos y es el enfoque más común de todos ya que se usa todos los días, es el enfoque que se le enseña a nuestros hijos y que estos pasan a los suyos: el enfoque religioso.

Los creyentes afanados proponen que todo surge de una causal espiritual y que la prueba no es necesaria pues la prueba es solamente "tener fe". Esto es creer sin preguntarse, simplemente tener fe de que lo divino es lo que crea todo y lo que nos hace humanos. Para ellos hay una razón (que varía de religión en religión) para ser humanos y también un destino después de la muerte. Para estas personas-mucho temo son la mayoría- el origen de la consciencia no es un problema, es algo que existe y ya.

Pero si queremos entender con explicaciones lógicas, con pruebas, con experimentos, con ciencia y con razón el qué nos hace a nosotros ser nosotros, y qué es en realidad la realidad, no podemos apegarnos solamente a las soluciones descomplicadas que nos gusten o que sólo demanden tener fe. Debemos ser receptivos a que la verdad puede ser extraña, a que la realidad puede ser más increíble que la ciencia ficción, a que la caja de Pandora que cargamos toda nuestra vida día tras día pueda contener algo que no esperábamos y que un día puede saltar de repente y nos haga decir "ah já!"

CAPITULO 5
Qué somos

“Dueños de perros habrán notado que si se les provee de comida, agua, refugio y afecto ellos creen que uno es un dios. Mientras que los dueños de gatos llegan a notar que si se les provee de comida, agua, refugio y afecto estos creen que ellos son dioses.” - Christopher Hitchens (1949-2011)

Hitchens tenía razón en algo, las cosas son de una manera depende de quien las vea. El perro por ser perro ve las cosas de una manera, y el gato por ser gato las ve de otra.

Igual es para los seres humanos, para usted, para mí, su vecino, la persona que vive en una montaña fría de Suiza, para el niño que vive recolectando basura de algún apestoso río de Tailandia, etc; todos ellos -y por tanto sus realidades- son diferentes en muchos aspectos.

Cierto, todos los seres humanos tenemos un mismo origen, estamos hechos de las mismas cosas, vivimos en el mismo planeta, tenemos una noción igual del tiempo y tenemos consciencia de estar vivos -todo esto es precisamente lo que analizamos en los cuatro capítulos anteriores-, pero estas similitudes no necesariamente nos hacen a todos experimentar la misma vida ni la misma realidad de la misma manera.

Para entender la “realidad colectiva” de todos debemos primero de entender *nuestra* realidad individual, de eso trata este capítulo, de ponernos en los zapatos de otras personas para sentir las diferencias de los nuestros.

Selección natural

“La gallina es solamente el producto de un huevo para hacer otro huevo” – Samuel Butler, novelista (1877)

Cierto día estaba con una amiga y le pregunté“¿sábes por qué tienes dedos en los pies? no te ayudan a caminar mejor, ni a nadar mejor, son delicados y no los usas para nada, entonces para qué

los tienes?” La repuesta fue un silencio incómodo y a mi parecer en estas épocas modernas del siglo XXI donde la educación es accesible y la información gratuita se encuentra más al alcance que nunca, una silenciosa respuesta inaceptable.

“Verás -dije yo-, usted viene de sus papás y por eso se parece a ellos, sus papás vienen de sus abuelos y sus abuelos de sus tátara-abuelos, ese proceso sigue así en retrospectiva por miles de años hacia atrás, generaciones tras generaciones se van cruzando en el pasado con negros, chinos, españoles, con indios, con todo tipo de razas y en algún momento alguien de su familia hace mucho tiempo ya no se parecía en nada a usted. Ese lejanísimo pariente suyo era más parecido a un cavernícola de los que ves en la tele, y si seguimos rastreando más hacia atrás ese cavernícola empieza a parecerse más a uno de esos “pie grandes” de las películas, y si vamos aún más atrás esos se van pareciendo más a gorilas, simios, monos y hasta a los actuales lémures (ilustración 22).Esos parientes suyos “medio monos” necesitaban tener dedos en las patas para moverse entre las ramas de los árboles donde vivían y comían, eran dedos más largos y servían en ese momento para algo muy necesario. Si vemos otra vez todo ese proceso pero ahora hacia adelante, poco a poco ese familiar suyo ya no necesitaba estar en las ramas de árboles, los dedos en los pies dejaron de ser útiles (Nota 43) y se encogieron, y tienes dedos en los pies porque tus antepasados los necesitaban para sobrevivir, sin ellos hubieran muerto y no estarías aquí. Son recuerdos de familia, cambios que sucedieron gradualmente en espacios de millones de años y que ya no tienen la función importante que tuvieron.”

Nuestro cuerpo actual es un mural collage de este proceso. Igual sucede con el apéndice que es ahora un órgano sin función en nuestro cuerpo, pero que en algún momento nuestros antepasados necesitaron para procesar la celulosa de las hojas que comían. El coxis es hoy solo una pequeña punta de hueso que alguna vez fue una cola completa para ayudar a balancearnos en los árboles. En algún momento un grueso cabello nos cubría el cuerpo pues sirvió de abrigo natural cuando no se usaban ropas, y las muelas cordales que ahora solo nos dan dolores y trabajo a dentistas alguna vez fueron de utilidad a nuestros antepasados que tenían una boca más grande. Todo esto tuvo un uso muy necesario en nuestros antepasados, pero ya no tanto, y aun así todavía conservamos esas

características porque no ha pasado suficiente tiempo como para que el proceso de adaptación las elimine totalmente de nuestros cuerpos.



Ilustración 22: Fósil de *Darwinius masillae,* apodado "Ida". Fue similar a los lémures actuales, vivió hace 47 millones de años y muestra rasgos transicionales entre los prosimios y los simios de los linajes de primates de los que luego evolucionó el hombre moderno.

Todo este cambiar de generación en generación para sobrevivir es el principio llamado selección natural, la base de la Teoría de la Evolución de Charles Darwin en su famoso libro *El origen de las especies* de 1859.

Sin entrar en mayores detalles sobre la Teoría de la Evolución por selección natural (por cierto hay un gran apogeo en muchos sectores para quitarle el carácter de "teoría" y considerarla un hecho), lo relevante de momento es que nos enseña que biológicamente los humanos tenemos esta forma porque es la forma que nuestros ancestros-no tan humanos- necesitaban tener para poder sobrevivir. Igual le sucedió a todas las otras especies de animales y plantas, no solo al hombre. (Nota 44) Todos los animales se adaptaron para poder sobrevivir y por eso es que por ejemplo existe un Chita diseñado por la naturaleza para correr y cazar Gacelas y a la misma vez existen Gacelas sumamente ágiles y veloces para escapar del Chita[31].

Otras adaptaciones pueden deberse a procesos de domesticación, o mejor dicho "selección artificial". El perro por ejemplo ya no es ni siquiera el perro que fue hace miles de años, porque lo domesticamos para que nos ayudara a cazar nuestra comida y luego para hacernos compañía como mascota, una razón por la cual los perros siempre están al lado

de la mesa en espera de algún sobro de nuestras comidas es que así fue como pudieron comer por miles de años una vez domesticados. El perro es ahora mucho más agradable para nosotros que sus salvajes y agresivos ascendientes, ahora los vemos bonitos y agradables, si no fuese así no los tendríamos de mascotas hablándoles, poniéndoles vestidos, durmiendo en nuestras camas y poniéndoles lazos en el pelo. (Nota 45) Otro caso similar es el de las vacas de ordeño que ahora producen una enorme cantidad de leche porque viven atadas a máquinas que las ordeñan regularmente y a dietas que las hacen producir más leche, esta es otra especie explotada por el hombre al extremo, la vaca se ha adaptado a algo fuera de lo normal a un punto que si las dejásemos de ordeñar estas vacas morirían.

El tema evolutivo, adaptativo y de selección natural es muy extenso -y generalmente polémico-, pero trataré de mantenerlo al margen del tópico de la evolución humana pues este libro es para humanos, sobre humanos y por humanos, así que el tema de otras formas de vida por el momento deberá de esperar a futuros libros.

Limitaciones naturales

Todo lo que el cuerpo puede oler, ver, hablar, oír y sentir no es todo lo que existe en el mundo, es solo lo que nosotros percibimos como humanos, esto lo desarrollamos evolucionando según las necesidades y adaptaciones a los ambientes que nuestros antepasados habitaron.

Otros animales evolucionaron de manera muy diferente y por eso ellos ven, huelen y oyen diferente a nosotros. Por ejemplo, nuestro rango de audición es de 20Hz (frecuencias bajas son las de sonidos muy graves) a 20Khz (frecuencias altas para sonidos muy agudos), este rango de audición se degrada con la edad, un niño oye casi todo el rango pero después de los 30 años casi nadie oye sobre los 14Khz. Cualquier otro sonido en una frecuencia debajo de 20Hz o arriba de 20Khz no podemos oírlo, pero no significa por eso que no existan esos sonidos. Los perros por ejemplo oyen frecuencias mucho más altas, hasta unos 60Khz, si han visto a los entrenadores de perros que usan un silbato que cuando lo soplan no se

oye nada es porque suena en frecuencias que no podemos oír pero el perro sí. Otro ejemplo son los murciélagos, ellos oyen hasta los 120Khz o sea 6 veces más que nosotros. Es lo mismo con los otros sentidos, nosotros vemos los colores que vemos porque están dentro de nuestro rango de visión (longitudes de onda entre los 390nm y los 750nm) pero no podemos ver en otros rangos y por eso no vemos rayos X, ni ultravioleta ni el rango infrarrojo (este es el rango usado por los militares para ver cuerpos a través de paredes, el mismo que usa el Depredador para localizar sus presas humanas en las películas). Los perros por su parte ven los colores diferentes, similar a como ven humanos daltónicos, ellos ven el naranja, amarillo y verde como un mismo color amarillento y el azul y verde lo ven como el blanco. Esta es la manera en que la selección natural cableó nuestro cerebro por millones de años.

Cuando hay un problema con el cerebro es lógico que cambie cómo percibimos las cosas. Por ejemplo algunas personas padecen de un síndrome llamada Sinestesia que causa que vean los números o los sonidos como colores.

El escenario donde creamos nuestra realidad es solamente nuestro escenario humano, no necesariamente es el mismo para todas las otras criaturas con vida en este planeta. Un perro puede oír una preciosa sinfonía de Beethoven y encontrarla terrible, un gato puede ver la Mona Lisa y verla en blanco y negro, un ave puede oler el pastel más delicioso y encontrarlo repugnante.

A toda hora del día hay cosas que nos rodean que no notamos, como señales de radio, de teléfono y de televisión que pasan por nuestro cuerpo todo el tiempo, o como la lluvia de neutrinos que provienen del espacio exterior que también pasan a través de nosotros constantemente y tampoco lo notamos.

En el poco realista escenario de que algún día un ser de otro planeta nos visitara, ¿por qué hemos de pensar que tenga que ver, oler u oír como nosotros? Tampoco tiene porqué ser un ser humanoide con brazos, dedos, 2 ojos y piernas, puede que este extraterrestre trate de comunicarse y no oigamos nada de lo que dice por estar fuera de nuestro rango de audición.

Estas limitaciones biológicas también restringen nuestra capacidad de entendimiento.

El funcionamiento de nuestros cerebros evolucionó para ayudarnos a sobrevivir, no para entender la mecánica cuántica, dimensiones paralelas ni para contar hasta mil millones, y no es que nos sea imposible hacerlo, sino que primero debemos entender estas limitaciones cognitivas para entender qué hay allí afuera, sin importar que tanto de ese “afuera” podemos o no percibir y tomarlo en cuenta al definir qué somos.

La selección natural y nuestra constitución biológica son factores que determinan nuestra realidad, por tanto nuestra realidad no tiene porqué ser *la* realidad universal. No podemos decir que todo lo que existe está hecho para nosotros ni que nuestra realidad tiene que ser la misma para las plantas, bacterias, animales, insectos, alienígenas extraterrestres, Depredadores o Terminators.

R2-R1-X-▲-X-▲↑↓ : ¿Quien tiene el control?

¿Te gustan los video juegos?

Si tienes menos de 40 años es algo probable que sí, si tienes menos de 30 es muy probable que sí, y si tienes menos de 20 casi definitivamente te gustan.

Los video juegos llegaron para quedarse. Uno de los primeros que recuerdo era PONG en una consola Atari 2600, era en blanco y negro con sonidos básicos y el control era una enorme palanca con solo un botón, pero para mí lo excitante del juego no era eso sino sentir que tenía el control de algo y que podía probarme ser mejor que mis amigos jugando contra ellos.

R2-R1-X-▲-X-▲↑↓ es el código secreto para que los peatones usen armas en el video juego *GTA San Andreas*, un juego donde uno controla un personaje que se puede volver totalmente desenfrenado sin valores morales, asesinando, robando, andando en burdeles y más. No soy muy fanático de la saga GTA pero lo interesante de este juego -y de casi todos los demás similares- es que controlamos personajes. Controlamos todos sus movimientos, lo que dicen y somos responsables de si estos viven o mueren, todo esto de alter egos y avatares a los aficionados de los video juegos simplemente nos encanta.

A todos nos gusta estar en control, nuestra realidad se basa en tratar de controlar todo lo que pasa a nuestro alrededor que nos afecte y aun así hay cosas que podemos controlar y otras que sencillamente no, pero igual nos gusta sentirnos en control de

las cosas, solo con las cosas bajo control definimos una realidad "feliz" o al menos satisfactoria o tolerable a nuestros gustos y necesidades del momento.

Pero, ¿realmente tenemos el control de todo lo que hacemos? ¿O somos muchas veces no el jugador que tiene la palanca y usa los códigos secretos sino más bien el personaje en la pantalla corriendo hacia donde nos digan?

Ya sabemos que estamos hechos de átomos, que hacen elementos químicos, que hacen moléculas, que hacen células que hacen órganos que nos hacen a nosotros, algo que menciono hasta ahora es que la mayoría de las células de su cuerpo no son suyas, ni siquiera son humanas! El 90% de las células que tenemos son de bacterias, hongos y virus que viven en nuestros cuerpos, muchos permanentemente.

Solamente en su aparato digestivo hay más de un kilo de estas bacterias.[32]

Hay más de 500 especies diferentes viviendo en nuestro cuerpo, unos 90 trillones de ellos habitan nuestro cabello, estómago, lengua, órganos sexuales y la piel[33], por ejemplo en nuestras cejas y pestañas viven unas criaturas de 8 patas llamadas *Demodex folliculorum* (ilustración 23), que se alimentan de nuestras células muertas. Los piojos de la cabeza son una especie que solo vive en seres humanos, surgieron hace unos 110.000 años y de ellos se derivaron otra especie de piojos que aprendió a vivir en nuestras ropas hace unos 100.00 años, ellos también viven con nosotros de cuando en cuando.

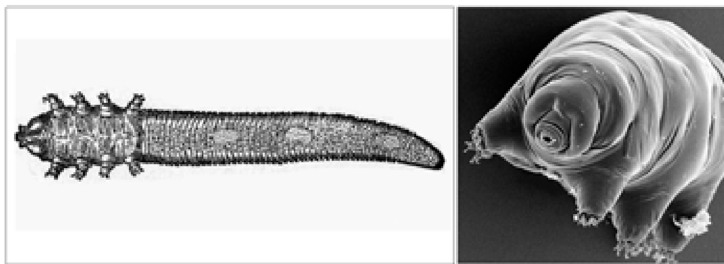


Ilustración 23. Izquierda: *Demodex folliculorum.* Derecha: *Tardígrado,* también apodado "oso de agua".

Afortunadamente muchos de estos seres ayudan al cuerpo a estar más saludable, con estos mantenemos relaciones simbióticas donde ellos nos ayudan y nosotros a ellos. Algunas otras especies

no son benéficas para nuestro cuerpo pero tampoco transmiten enfermedades, pero algunos son parásitos que nos pueden causar terribles enfermedades o hasta la muerte. Indiferentemente de que tanto bien o mal le hagan a nuestro cuerpo estos pequeños invasores una cosa es cierta, estas bacterias, virus y hongos que nos infectan son creados por la naturaleza con el mismo propósito que la naturaleza crea todas las otras formas de vida: sobrevivir. Si estos micro organismos luchan día a día por sobrevivir y han estado en nuestros cuerpos desde hace cientos de miles de años ¿qué nos hace pensar que ellos no han aprendido a controlar parte del organismo donde viven para poder sobrevivir?

Si su cuerpo muere, mueren junto con usted todos estos miles de millones de organismos que pierden su casa, algo que de seguro no les agradaría mucho, es de suponer entonces que estos organismos pudieran haber aprendido a controlar parte de nuestro comportamiento para asegurarse su propia sobrevivencia, después de todo ellos son la mayoría de seres vivos en nuestros cuerpos y en el planeta[34] (Nota 46), y para ellos el cuerpo humano es solamente un lugar donde hacer más copias de ellos mismos.

Como nota curiosa el tamaño de un organismo no necesariamente se relaciona con su capacidad de sobrevivencia. Muchos virus y bacterias son más resistentes a ambientes extremos que la mayoría de los animales mucho más grandes. Por ejemplo el diminuto *Tardígrado* (ilustración 23 derecha) es un animalito microscópico de 8 patas muy común en jardines y estanques, mide apenas unos 0.5 milímetros y aun así puede sobrevivir 120 años sin agua, ser congelado a -272 °C, calentado a 151 °C, vivir en el vacío del espacio por 10 días, ser 1000 veces más resistente a la radiación que otros animales y soportar presiones hasta 6 veces más fuertes que las del fondo del mar más profundo[35], estos organismos son verdaderos sobrevivientes y micro súper héroes a prueba de casi todo.

Esa suposición anterior (la especulación es poca en este libro pero necesaria en ocasiones) de que pudiéramos estar siendo parcialmente controlados por nuestros microorganismos es difícil de probar, sobre todo cuando siempre tenemos el sentimiento de que somos nosotros los que tenemos el control de nuestras decisiones y no diminutos habitantes internos que nos gritan “voces en la cabeza”, sin embargo hay un caso interesante de que de hecho algo así sucede:

Existe un parásito unicelular llamado *Toxoplasma gondii*, este se reproduce solamente en el intestino de los gatos. Otros animales como ratones, perros o humanos se infectan del parásito por contacto con heces de gatos infectados. *Gondii* infecta los músculos y el cerebro y se camufla para evitar ser destruido por el sistema inmunológico del nuevo huésped, esta infección es llamada Toxoplasmosis y por lo general no tiene síntomas.

Lo curioso es que los ratones infectados con Toxoplasmosis pierden mucho el miedo natural hacia los gatos, no les resulta tan desagradable el olor de los gatos o sus orinas comparados con otros ratones no infectados y así se hacen más propensos a que los gatos los casen y los coman, cuando esto sucede son malas noticias para el ratón pero buenas para *Gondii* que ahora puede reproducirse de nuevo en el intestino de un nuevo gato y reproducir su ciclo de vida nuevamente. En humanos *Gondii* está presente dos o tres veces más en pacientes esquizofrénicos que en humanos no-esquizofrénicos, curiosamente las drogas usadas en la esquizofrenia (bloqueadores de dopamina) son también muy efectivas contra la toxoplasmosis en ratones y humanos[36], entonces ¿es *Gondii* en parte responsable porque alguien cambie su comportamiento y se haga esquizofrénico?

Otro ejemplo de control, esta vez por causada por un hongo, es el de *Ophiocordyceps unilateralis*y, y aunque no afecta a humanos, su poder de controlar a las hormigas que infecta es de los más extraños y bizarros en la naturaleza. Una vez que infecta una hormiga, el hongo la hace perder el sentido de cooperación separándola del grupo haciéndola caminar como si estuviera ebria, luego la controla para que se coloque debajo de una hoja la cual ordena morder para no caerse y cuando la tiene en esa posición disuelve los músculos de las mandíbulas para que no pueda soltarse, la desafortunada y poseída hormiga muere en unos días y gracias a la posición en que quedó colocada el hongo puede reproducirse con mayor facilidad para hacer más "hormigas zombis".[37]

Si las bacterias, virus y hongos nos controlan de alguna manera sigue siendo un tema muy debatido en la comunidad científica, pero nos deja la pregunta: ¿tendremos realmente todo el control de nosotros mismos?

El animal social

“Cuando eres un martillo todos tus problemas parecen clavos” -Proverbio

Cuando era niño el comercio giraba alrededor de mercados municipales de un solo piso o de pequeñas tiendas alrededor de la ciudad, ahora los que dominan el panorama son los enormes centros comerciales tipo *mall* con locales de todo tipo donde en uno solo se encuentra de todo. Si vas a uno de estos nuevos centros comerciales y necesitas zapatos vas a las zapaterías, si quieres comer vas al área de comidas donde hay comidas de tipo: chino, árabe, hindú, etc; si quieres arreglar un reloj lo llevas obviamente a una relojería no a un salón de belleza, etc.

En los centros comerciales hay tiendas para todos los gustos (en la serie Los Simpson Ned Flanders tiene hasta una tienda para personas zurdas), donde hay gente que hace unas cosas -como arreglar relojes- y gente que hace otra cosa -como cortar cabello-, hay lugares que son especializados en hacer una cosa y otros en hacer otra totalmente diferente. El punto del mall es que similarmente todos tenemos necesidades y gustos diferentes que dependen de lo que necesitemos, de cómo somos y de dónde vengamos.

La mayoría de nuestras vidas estamos interactuando con otras personas y esto moldea esa misma vida. Por ejemplo, suponga que todas las personas desaparecen misteriosamente del planeta por alguna enfermedad o algo desconocido, entonces ¿qué necesidad habría de combinar colores para vestirnos, de ponernos perfumes, de entrenar algún deporte o de escribir libros si no hay nadie que los leyera?

Hay factores, como la interacción con otras personas, que determinan enormemente la manera en que una persona construye su realidad, su mundo y su vida. Estos factores son ingredientes vitales y los más tangibles de la receta del *qué* somos, el tema de este capítulo.

Algunos de esos factores incluyen:

-Género: hombre o mujer. No estoy contra la igualdad de los sexos, pero para mí es tan claro como el día y la noche que

hombres y mujeres son en muchos sentidos muy diferentes. El consejero matrimonial John Gray expuso esto diciéndonos que es tanta la diferencia que es como si los “Hombres fueran de Marte y las Mujeres de Venus” (el título de su libro Bestseller), solo para dar un ejemplo Gray dice que los hombres son el lado que resuelve problemas y las mujeres el lado que exteriorizan sus sentimientos, un ejemplo que pone es cuando una pareja va en un auto y ella dice “hace frío verdad?” el hombre responde con algo como “sube la ventana” o “enciende la calefacción” o “te presto mi jacket”. La mujer no veía en el frío un problema sino un tema para conversar pero el hombre siempre busca sentirse útil, sobre todo conforme se acerca a la vejez. Solamente el hecho que las mujeres den a luz a los hijos las hace diferentes y a su realidad diferente a la de los hombres. No creo que necesite proveer más ejemplos de cómo un hombre construye una percepción de la vida diferente a la de una mujer -ninguna mejor ni peor, sino simplemente diferentes- aunque sean ambos seres de una misma especie.

-Edad: Ser niño es maravilloso, no te preocupas por trabajar ni de pagar préstamos, juegas todo el día y te viven dando regalos. Está estimado que la consciencia de “este soy yo” surge entre los 18 y los 22 meses de edad, antes de esa edad somos meros espectadores en el juego de la vida donde no sabemos siquiera que nosotros somos nosotros, quizá por la misma razón. Nuestra vida de juegos cambia al convertirnos en adolescentes libertinos, para luego pasar a ser adultos presos de la rutina y el estrés para finalmente alcanzar la vejez del olvido. Todas son etapas diferentes en la vida de un ser humano, todas crean realidades diferentes. Por ejemplo para un niño un par de anteojos pueden ser juguetes (graciosos sobre todo si los usan payasos), para un adolescente unos anteojos de sol no son juguetes sino prendas para verse mejor, para un adulto los anteojos de sol, los juguetes y la vanidad pasan a segundo plano y los anteojos sirven más para descansar la vista en el trabajo o para leer y para un adulto mayor los anteojos pueden ser indispensables y la única manera de poder ver. Muchas necesidades son diferentes en edades diferentes, los gustos son diferentes e incluso la manera de ver la vida es diferente para una misma persona dependiendo de su edad.

-Lugar de vida: Aunque la mayoría de las personas

disfrutamos de un desayuno por las mañanas, no significa que la experiencia es la misma para todas las otras personas. No es lo mismo para un esquimal en el polo norte salir en la oscuridad de la mañana de su congelado iglú a casar una foca para desayunar, que para el nómada del desierto del Sahara que en medio del sofocante sol de la mañana desayuna pan a la sombra de su camello, que para el pescador de Tailandia que amanece en medio del mar y desayuna algún pescado crudo que tenga a la mano. El hecho de desayunar es el mismo y tiene un significado en el diccionario igual para todos, pero la experiencia es totalmente diferente según donde se viva, esto es algo que aplica no solo para desayunos sino para muchas otras cosas como la vestimenta, tradiciones o maneras de esparcimiento y descanso.

-Época: En un universo donde todo cambia constantemente es de esperar que el ambiente donde nacemos no parezca el mismo al morir. En este sentido tampoco son iguales las vidas de alguien que vivió hace 100, 500 o 5.000 años atrás, o en el futuro, pues con el cambio de épocas todo cambia: la economía, las costumbres sociales, la tecnología y hasta la manera misma de entender la vida. No podemos decir –de una manera muy general- que las personas que vivieron antes que nosotros entendían la vida como nosotros, como tampoco lo harán las que vivirán en el futuro cuando ya no estemos aquí.

-Religión: Esto es algo generalmente heredado de nuestra familia (quizá por eso un viejo adagio dice que “todos los bebés son ateos”). El asunto – y me refiero no la religión sino a su intromisión en nuestras vidas- es relativamente sencillo: si se nace actualmente en algún país de América es muy probable que la religión que profese una persona sea la católica/cristiana, si nace en Medio Oriente es probablemente judío o musulmán, en Oriente sería más común que fuese Budista o Taoísta, en India predominan los hinduistas, si una persona hubiera nacido en la Grecia antigua creería en Zeus y si viviera en la época de los mayas en Centroamérica creería en una especie de serpiente con alas que pide sacrificios de bebés cada mes. Han existido –y existen- tantas religiones y deidades que incluso hay quienes parodian haciendo nuevas como el *Pastafarismo* que tiene por dios al “Sagrado Monstruo Volador de Espagueti” (Ilustración 24).

El tener una religión diferente moldea aspectos morales, de

rituales y creencias muy diferentes en las personas, y todos estos son aspectos cruciales de la experiencia del paso por la vida de alguien.



Ilustración 24: símbolo del dios FSM, o el Monstruo Volador de Espagueti

Estas marcadas diferencias de sexo, edad, lugar de vida, época y religión hacen que las experiencias no sean las mismas para todas las personas en el mundo. Esto es algo que aunque parece obvio lo olvidamos constantemente, sobre todo cuando nuestras mismas experiencias no cambian y somos presos de la rutina, presos de vivir en un mismo lugar, presos de hablar un idioma nativo y presos de la cantidad de dinero que tenemos.

¿Cómo podemos entonces hablar de una sola realidad y definir qué somos si todas las personas la viven diferente? Ese es el punto del mall social que somos. El mall es el mismo para todos, tienen los mismos pasillos y espacios de parqueo para todos, existe en el mismo lugar para todos y sin embargo tiene en su interior tiendas para acomodar los gustos, valores, edades y sexos de todas las personas que lo visitan.

En esta analogía el mall representa la realidad, con múltiples moldeadores pero aún así lo suficientemente general como para poder definir la raza humana, sus orígenes y su actualidad, después de todo aunque existan diferencias entre todos siempre existe la definición general del ser humano, y las diferencias no pueden ser tan grandes que hagan que un grupo se denomine totalmente adverso a ser un grupo humano y que aunque de diferentes influencias innatas son todos regidos por las mismas normas biológicas (por ello es que por ejemplo no existe una medicina diferente para chinos, latinos o rusos, ni los rayos X funcionan diferentes en blancos que en negros) y por las mismas leyes del universo.

Este libro se trata de descubrir cómo llegamos a este mall, dónde queda, cuándo queda, por qué estamos en él y ahora en este capítulo vemos qué hay dentro y vemos que nuestra tienda favorita no es la única, que nuestra realidad no es la única realidad aunque nuestra rutina diaria nos haga creer a veces que solo existen mis amigos, mi familia, mi trabajo, mi idioma, mi selección de fútbol, mi país y ultimadamente mi vida.

Realidades interconectadas

Vivimos siempre rodeados de lo que nuestros antepasados hicieron.

Cuando nacimos ya existía la televisión, los cuadernos, las escuelas, los artículos electrónicos, las religiones, los monumentos, la economía, los satélites, los telescopios, etc, etc. Las nuevas generaciones nacen rodeadas de todas las cosas e ideas que a todas las generaciones anteriores se les ocurrieron, incluyendo la idea de que la vida y la realidad es esto o aquello, pero muchas de estas invenciones materiales, ideológicas o culturales las inventaron nuestros antepasados con el propósito de crear un orden social, un código moral, un modelo económico funcional, un gobierno que supla las necesidades, un esparcimiento de la creatividad y un estilo de vida donde podamos sobrevivir día a día. Hay muchos comportamientos sociales que se derivaron de este "progreso" humano de nuestros antepasados, uno interesante es que nos dejaron interconectados.

Una idea reciente de este tipo de interconexión es la de los "*6 grados de separación*". Esta dice que entre usted, yo, alguien en África, alguien en Japón o donde fuese en el mundo hay una separación en promedio de solamente 6 personas. Por ejemplo piense en su actor de películas favorito, de acuerdo con esta idea hay un amigo de un amigo de un amigo de un amigo de un amigo de un amigo suyo que conoce a su actor favorito. Puede usar el mismo ejemplo con su jugador favorito, con algún político, o con cualquier persona en cualquier lugar del mundo y según la teoría solamente existen en promedio 6 escalas (es decir amigos, familiares o conocidos) entre usted y cualquier otra persona. Este concepto de los 6 grados de separación ha sido aplicado a muchos tipos de redes, no solo en redes de amistades. Se

han encontrado muchísimos casos de 6 grados de separación en redes biológicas, económicas, computacionales y ha sido probado en redes de millones de conexiones como Facebook, Microsoft Messenger, las redes eléctricas de Estados Unidos y muchos otros tipos de redes, y siempre entre un punto cualquiera y otro punto en estas redes hay en promedio 6 conexiones en común.[38]

Vivimos en una época muy distinta a la época de hace 100 años, vivimos en un mundo interconectado donde la internet ha borrado las fronteras y donde prácticamente cualquier cosa en internet está disponible también a menos de 6 clicks de distancia.

Otro principio de interconexión es el *Principio de Pareto*, también conocido como la regla 80/20, donde se estipula que para muchos eventos el 80% de los efectos proviene del 20% de las causas. Por ejemplo en la mayoría de las sociedades el 80% de los crímenes es cometido por el 20% de los criminales, el 80% de los accidentes son causados por el 20% de los conductores y el 80% de la cerveza es consumida por el 20% de la gente que bebe cerveza[39], hay ejemplos de esta regla en todo tipo de campos como económicos, computacionales, etc.

Las personas con las que compartimos nuestra vida son por lo general nuestra familia, nuestros compañeros de trabajo y nuestros amigos, estas son nuestras redes interconectadas de grupos íntimos cercanos y aun así la familia directa es un grupo que no escogemos, otros la escogen por nosotros. Nuestros compañeros de trabajo llegan a nuestras vidas por mera casualidad, no por deseo propio, pero nuestros amigos sí son de nuestra elección, o al menos eso pensaríamos, después de todo es agradable saber que uno de los grupos más importantes en nuestras vidas lo escogimos nosotros. Pero la realidad sobre los amigos puede ser también un poco gris.

Los amigos por lo general se seleccionan no tanto porque tengan intereses en común con uno sino porque pasamos mucho tiempo con ellos o porque son personas con las que compartimos actividades en común. Por ejemplo yo no pensaría en hacerme amigo de un señor Coreano de 60 años que conocí en un autobús y que no tiene nada en común conmigo, pero si este señor resulta ser mi vecino de al lado es entonces probable que termine siendo

amigo mío. Seguro que muchos de sus amigos son compañeros o ex compañeros de trabajo o estudio, la razón es que es más probable hacer amistades con la gente con la que compartimos actividades que con la gente que comparte nuestros gustos. Malcolm Gladwell, un destacado autor en el tema, expone lo anterior diciendo que “en otras palabras no buscamos amigos. Nos asociamos con la gente que ocupan los mismos pequeños espacios que nosotros.” [40]

La escogencia de amigos incluso pudiera tener un trasfondo genético. Existe un estudio de 3000 parejas de amigos (de los cuales se tenía información genética de todos) y mostró que las personas que toman alcohol regularmente son más propensas a tener amigos que toman alcohol también, y que aquellas con preferencias extrovertidas y liberales son más propensos a hacer amistades con personas tranquilas y opuestas a ellos. [41] Con esto de los amigos vemos como las interconexiones más importantes de nuestra vida ni siquiera las escogemos a gusto. Así que como dice el viejo refrán, ciertamente “los amigos de mis amigos…son mis amigos”.

Un problema con las complicadas redes sociales que hemos hecho entre los 7 mil millones de humanos de este planeta, es que hemos segmentado y especializado todos los campos del quehacer de manera que sentimos que siempre hay alguien que hace algo por nosotros, por ejemplo alguien trabaja en la compañía de electricidad para que tengamos electricidad en nuestras casas, alguien hace películas para que las veamos, alguien cultiva alimentos para comerlos, alguien va a guerras para que disfrutemos de libertad y así sucesivamente siempre alguien trabaja en algo que terminamos consumiendo. Una consecuencia de esto es que podamos pensar que “alguien” nos va a decir “como son las cosas” o nos va a decir “que es la vida y la realidad”, sobre todo cuando recordamos que cuando llegamos a este mundo ya existía prácticamente todo lo que tenemos alrededor, todo fue producto de alguien más.

Este es parte de un comportamiento que algunos sicólogos denominan el “problema del espectador”[42], un ejemplo de este comportamiento es cuando alguien sufre un accidente en vía pública y necesita ayuda, si hay solo 2 o 3 personas que se dan cuenta del accidente es más probable que la persona reciba ayuda

de alguna de ellas que si hay 20 o 30 personas pues cuando la gente está agrupada la responsabilidad de quién debe actuar no está clara y la mayoría asume que si nadie actúa el problema no es en realidad un problema.

¿Qué tiene que ver la interconexión social con el universo, con nuestro cuerpo o con los conceptos de consciencia o tiempo analizados en este libro? Ciertamente he dado un giro en este capítulo, pero por varias razones, una es que es importante establecer que lo que creemos que es la realidad no es solo un algo determinado por las reglas de la física y las leyes universales, sino que es algo que existe en nuestra mente y condicionado por nuestro carácter humano que a su vez es doblegado por el aspecto social de nuestras vidas, donde somos parte de un sistema que pocas veces cuestionamos.

Otra razón para incluir esta temática es el darnos cuenta que nuestras interacciones sociales son tan fuertes que pueden llevarnos a pensar que lo que hacemos lo hacemos siempre con libre albedrío (como el escoger amigos o comprar ropa que nos venden en anuncios comerciales), o peor aún suponer que alguien nos dirá “cómo son las cosas, qué es la vida y qué es la realidad”, eso es una búsqueda personal, libros como este son solamente una guía para despertar esa curiosidad sobre lo que existe y sabemos hoy día en el campo científico y como dice el refrán, mi deseo es enseñarle la puerta pero debe ser usted quien la cruce.

CAPITULO 6
El universo que somos

Vi Veri Veniversum Vivus Vici - Fausto

Algunas teorías expuestas en capítulos anteriores podrían avanzar enormemente en los próximos años y otras podrían incluso desecharse si se encuentra alguna otra teoría que explique de mejor manera un fenómeno.

Pero aún si algunas de las ideas y teorías expresadas en este libro resultan eventualmente ser erróneas será muy probablemente porque alguna otra teoría resulta ser más correcta o adecuada y si esto sucede -lo cual es común- es muy probable que la nueva idea o teoría reemplazante sea más extraña o compleja que sus predecesoras. Aún si algo de lo expuesto en capítulos anteriores llega a cambiar en un futuro cercano, el universo seguirá siendo un lugar extraño a nuestros ojos.

Este último capítulo final tiene un enfoque muy diferente, y es el que diferencia a este libro de otros muy académicos que tratan temas similares, pues deseo concluir este viaje que nos ha llevado desde las invisibles partículas del átomo hasta los infinitos multiversos del espacio, enfocando varios temas que son, a mi parecer, absolutamente trascendentales para todo ser humano: lo sobrenatural, la falta de comprensión de nuestro lugar en el universo y la maldad e injustica que cercena vidas diariamente en cada rincón del planeta. Esas son las principales cosas por las que pareciera que lejos de vivir en algún tipo de paraíso terrenal hecho a nuestra medida, vivimos en un lugar caótico lleno de injustos sufrimientos y calamidades, nada más real que eso cuando nos toca en carne propia.

“Estoy muerto”

Grita un paciente en el ala de siquiatría de un hospital: “Estoy muerto, no existo, ¡no tengo sangre…tampoco órganos!”

Contrario a ese deslucido paciente yo no creo estar muerto, y estoy seguro de que tampoco usted cree ser un muerto viviente (o al menos eso espero), pero algunas personas sí creen eso,

seriamente de verdad lo creen, pero lo hacen debido a que padecen una enfermedad, un trastorno neurosiquiátrico cerebral llamado *Síndrome de Cotard,* que hace que una persona crea firmemente que está muerta y lo exprese así, como en la escena anterior.

Este extremismo de que alguien pueda creer estar muerto en vida es solo un ejemplo de miles, de lo complejo que es el ser humano. Biológicamente, evolutivamente, sicológicamente y socialmente es un animal muy complejo, como ningún otro en este planeta y hasta donde sabemos único en el universo. Para peores esto de tratar de entender al ser humano es una misión exclusiva de… los seres humanos! Pues no hay otros seres racionales que puedan darnos explicaciones o puntos de vista externos e imparciales sobre nosotros. Somos jueces y juzgados en nuestro propio juicio de entendernos.

La física cuántica, universos, dimensiones paralelas, detener o acelerar el tiempo, el origen de la materia y la energía, etc. todos estos temas son complejos de asimilar para nosotros y conllevan algo de “rareza” según entendemos la realidad. La razón de esta “rareza” y complejidad radica en parte en el hecho de que el ser humano está apenas a medio camino de entender el universo y la realidad. Es un ser que aunque lleve 200.000 años de existir como especie apenas está aruñando la superficie del entendimiento de qué hay a su alrededor y de cómo funcionan todas las cosas. La naturaleza evolutiva puede ser la mayor bendición del ser humano y a su vez el mayor impedimento para un entendimiento total de la realidad. Partamos de la inocua idea de que no hay “rarezas” en el universo, el problema está en nuestra manera de percibir las cosas, esto es prueba de que ciertamente no todo lo que existe fue hecho para ser completamente entendido por nosotros.

Sobrepasar la falsa realidad fabricada por el materialismo económico y la publicidad, ir más allá de lo que religiones extremistas dicten para creer ciegamente, trascender la manera de pensar a la que estamos acostumbrados debería ser la misión de las generaciones que vienen después de la nuestra.

Las cosas extrañas de hoy tampoco tienen porqué ser extrañas

en un futuro.

Solo si hay un interés en estudiar el origen de la consciencia, la materia oscura, el colapso de la onda del átomo, etc., podrán las futuras generaciones maravillarse descubriendo cosas que para nosotros hoy serían imposibles de creer, probar o menos aún, entender.

Hoy hay más de 7 mil millones de personas que viven en cada rincón del planeta, nos hemos vuelto muy efectivos como especie en sobrevivir y ser longevos, pues en los últimos 200 años hemos aumentado en promedio la cantidad de años que vivimos, hemos mejorado en medicina, aprendido a cultivar en grandes escalas y a criar animales para comerlos a escalas sin precedentes. También hemos ido a la Luna, enviado robots a Marte y le hemos levantado la falda al átomo para husmear que hay debajo de ella. Pero todo esto no garantiza que los humanos sigamos aquí dentro de 100, 1.000 o 10.000 años más.

El 99% de todas las especies que han vivido en este planeta ya no existen, y aunque bien algunas pocas –relativamente hablando- se han perdido por nuestra culpa nosotros no las extinguimos a todas. La extinción de especies es algo totalmente normal para la Tierra. Especies van y vienen, unas viven por largos periodos de tiempo (como los dinosaurios que vivieron por 165 millones de años), y otras viven por apenas unos cientos de años.

Para la Tierra 100 años o 100.000 años son prácticamente lo mismo.

Trato de no personificar a la Tierra como un ente con sobrenombres humanos como “Gaia” o “Madre Naturaleza” pero a esta Tierra ciertamente el tiempo para rehacer especies y verlas surgir y morir, le sobra.

No hay ninguna razón en especial -desde el punto de vista de la Tierra- para no extinguirnos los humanos también, más bien es al contrario, considerando la cantidad de recursos naturales que explotamos todos los días y la violencia con que actuamos socialmente contra nosotros mismos. Si seguimos así nos convertiremos eventualmente en una especie que colapsará por su propia mano y no por la de la naturaleza. (Nota 47)

Nuestra especie es fisiológicamente muy frágil y no es siquiera la que vive más años, menos somos como la medusa *Turriptosis*

nutricula ni como las langostas marinas, que en condiciones ideales son técnicamente inmortales, sino que nuestro paso por la vida es corto, generalmente menor a 100 años.

Para peores de estos pocos años que vivimos no todos son aptos para reflexionar sobre la vida, pues muy niños carecemos de madurez intelectual y muy viejos corremos el riesgo de que nuestra memoria falle. Peor aún, de los años adultos que sí podemos dedicarnos a pensar sobre la vida y nuestro lugar en ella pasamos 1/3 durmiendo y 1/3 en el trabajo, quedando apenas 1/3 de nuestro tiempo libre, pero este tercio es el que aprovechamos para comer, distraernos, organizar nuestra vida y atender a nuestras familias y amigos.

Por esto el entender totalmente la realidad es algo que le tomará mucho tiempo a los humanos, es como si existiera algún tipo de "seguro" natural que la realidad misma impone sobre seres pensantes como si el asunto fuese algún tipo de "conspiración natural" con algo de humor negro, para que nuestra búsqueda del entendimiento de la realidad sea difícil y lenta… mas no imposible.

O bien podríamos apegarnos a una visión más nihilista de la vida y simplemente decir que es perder nuestro poco tiempo el buscar los orígenes de la realidad y la vida, pues pareciera que ambas carecen intrínsecamente de un propósito, haciendo parecer que somos simplemente el producto de unos afortunados accidentes de improbables eventos cósmicos que nos pusieron en este planeta sin razón alguna. Bajo este pretexto el tiempo que la vida nos da más bien estaría de sobra y desperdiciarlo gastándolo en cosas triviales y absurdas estaría justificado.

Apegarse a esta desglorificada visión de la vida es caer en un silogismo despreciativo de nosotros mismos aludiendo que si la vida no tiene propósito y yo estoy vivo, por tanto, tampoco yo tengo propósito. Esta visión trágica no es la mía, aunque respeto a quienes la consideran propia, también a la de aquellos que ven en las grietas y misterios del universo un portal hacia el "más allá" espiritual, o a sus contrapartes ateístas extremos que proponen que cuando uno muere: "…básicamente todo sigue igual, menos uno"[43] o que "estar muerto se siente igual a como nos sentíamos antes de nacer".

Lo sobrenatural de lo natural

"*Algunas veces creo en hasta seis cosas imposibles antes del desayuno*."
– Alicia (Alicia en el país de las Maravillas, 2010)

Las cosas sobrenaturales son maravillosas, aún las aterradoras son fantásticas porque nos hacen creer que criaturas mitológicas salidas de cuentos y leyendas son reales, sobre todo cuando estas se ilustran con realistas detalles en historietas o películas.

Pero el que estas cosas despierten la imaginación, curiosidad y emociones extremas -buenas o malas- no las hace solo por ello ciertas, y aun así muchas veces nos vemos fácilmente atrapados por el deseo o necesidad de creer en cosas que no son, este sentimiento nos resulta bastante natural. Alicia, por ejemplo, en su país imaginado de maravillas cree con facilidad seis cosas imposibles antes del desayuno, ¿cuántos de nosotros tenemos también que pretender que algunas cosas son ciertas antes del desayuno? Cosas como que amamos a nuestra esposa(o), que el dinero que ganamos es para nuestros hijos, que nos encanta nuestro trabajo, que andar en autobús no es tan malo, que la policía va a protegernos si algo nos pasa o que nuestro equipo favorito de fútbol va a ganar el partido del día. Esta auto-aceptación de mentiras las hacemos no solo antes del desayuno sino durante todo el día en todo tipo de situaciones.

El biólogo evolutivo Robert Trivers describe algo similar cuando habla sobre el "auto-engaño" que se hacen las personas para salir adelante en su vida. Trivers, luego de muchos experimentos y estudios, develó que las personas se imaginan así mismas siendo más bonitas, optimistas o inteligentes de como en verdad son. Esto lo hacen como una ventaja evolutiva para poder sobresalir entre grupos de mucha influencia donde hay personas más bonitas, optimistas o inteligentes que uno, de esta manera natural aprendemos a auto-engañarnos a nosotros mismos sin darnos cuenta para poder engañar a los otros con mayor facilidad.[44]

Somos una especie propensa a encontrar orden y patrones donde no existen y a creer en cosas que no son para poder salir adelante. Nuestros antepasados cavernícolas debieron ser bastante temerosos de la noche y la oscuridad, sin linternas estaban a merced de los animales cazadores nocturnos con

excelentes habilidades para comérselos de noche, es probable que le hayan pasado este miedo a sus hijos con historias de monstruos nocturnos para evitar que salieran de sus cuevas por la noche. Algo similar sucede con lo sobrenatural, gran parte de nuestra realidad la definen nuestras creencias en algo mágico o paranormal que existe en lo “oscuro” o “invisible”, más allá de explicaciones científicas.

Pero ¿existe en realidad lo sobrenatural? Diría que la respuesta es incierta, sobre todo considerando la posible existencia de universos paralelos y 11 dimensiones espacio-tiempo extra en las que no sabemos qué sucede. Es posible que algunas (aquí me permito limitar la cantidad a una lista selecta) cosas sobrenaturales sean en realidad naturales y puedan existir (aunque no de una manera tácita), y que el problema sea meramente semántico, pues no serían fenómenos sobrenaturales sino solo temporalmente inexplicables científicamente. Algo que sí me resulta evidente es que si estos fenómenos, dígase fantasmas, dioses, demonios, apariciones, telequinesis, magia, hombres lobo, Terminators, Los 4 Fantásticos, etc. existen, evaden su reproducción controlada y los detalles de sus mecanismos de funcionamiento. Esta falta de pruebas científicas han reducido estos fenómenos a libros y películas de ciencia ficción, a leyendas urbanas, a mitos fantasiosos y a excusas para charlatanes que abusan de la necesidad de alivio de los pesares de las personas menos afortunadas y deseosas de respuestas sobrenaturales a sus problemas bastante tangibles y reales.

Algunos apuestan -literalmente- a que todos estos misticismos no son más que meras invenciones humanas. La apuesta más famosa la hace la Fundación James Randi, que ofrece 1 millón de dólares (US$) a cualquier persona que pueda probar y reproducir en un ambiente controlado un acto paranormal. Este reto ha estado abierto al público desde 1964 y al día de hoy nadie ha podido ganarlo[45], hay otros premios similares alrededor del mundo que juntan casi los 3 millones de dólares, todos siguen sin reclamarse. ¿Será acaso que a los hechiceros, curanderos, magos, lee cartas y médiums les sobra el dinero?

Algo que ha sido constante en este libro es la idea de que muchas veces la realidad es más extraña que la ficción. Un ejemplo certero es el comportamiento “raro” del átomo y la

relatividad del espacio-tiempo, pero estos son fenómenos que podemos tratar de explicar en teoría y en práctica, son teorías que predicen o provienen de resultados de otras teorías, muy al contrario de los actos paranormales que aunque han sido científicamente investigados con los mejores aparatos y métodos conocidos por muchos años siguen evadiendo pruebas concretas y una explicación científica que los valide. Si estos actos o entes paranormales existen, queda aceptar que la mecánica de su funcionamiento está más allá de nuestra ciencia actual, aunque claro existe también la respuesta más obvia y racional al problema, y es que todos estos fenómenos evaden su explicación por una simple y sencilla razón: no existen.

La ciencia nos ha abierto las ventanas del conocimiento, aunque mucho sigue investigándose podemos explicar con un grado aceptable de certeza el origen del universo, de la vida, de la consciencia, de los mecanismos sociales, el funcionamiento del tiempo, galaxias, estrellas y agujeros negros, y todo esto sin necesidad de invocar dioses sobrenaturales y mágicos, espíritus, demonios o extraterrestres. No es de extrañarse que muchos renombrados pensadores y científicos sean ateos[46].

No trato de hacer de este apartado una boga hacia el ateísmo, aunque bien reconozco que ahora y solo recientemente lo soy luego de vivir toda mi vida como creyente.

Siempre que debato el tema de Dios contra “no-Dios” termina en una conversación sobre la necesidad de moral y orden, esto último lo avalo pues ciertamente la moral y los buenos valores son necesarios en nuestra sociedad para vivir nuestras cortas vidas de la mejor y más justa manera. Pero no por ello esto significa que la moral debe de provenir, o peor aún ser regida, por una deidad.

Estas conversaciones se comportan muy de acuerdo a un estudio realizado por el afamado escritor de estos temas Michael Shermer, donde al preguntarle a alguien “¿por qué cree en Dios?” la mayoría de respuestas tienen de alguna manera un enfoque racional, como el evidente diseño de la naturaleza, o la perfección del universo, aludiendo a cosas como que “alguien tuvo que hacer toda esta belleza”. Pero al preguntarle a la misma persona por qué cree que *otra* persona X cree en Dios, la mayoría de respuestas se inclinan a aspectos emocionales o pragmáticos diciendo que esa

persona X cree en Dios porque eso le da consuelo, esperanza, significado y propósito en su vida. Para Shermer este es un reflejo sicológico del uso de la perspectiva en tercera persona, o sea que cuando pensamos en por qué creemos en Dios nuestra respuesta es engañosa, pero cuando nos preguntamos desde el punto de vista de una tercera persona (de otro X) entonces obtenemos la respuesta correcta y también la que coincide con las respuestas de otras personas hacia nosotros[47].

La manera popular de creer en lo sobrenatural y lo paranormal es simplemente no cuestionar su origen y funcionamiento. Pero si se quiere creer hay que buscar esos mecanismos con objetividad, pues si existen deben tener una explicación lógica, aunque sea extraña, de su existencia.

El gen de Dios

¿Puede ser posible que la creencia en cosas sobrenaturales -Dios incluido- pueda ser el resultado de un proceso que sucede naturalmente en el cerebro? ¿Puede ser algo que surgió durante la evolución humana para solventar algún tipo de necesidad vital y que aún queda en nosotros expresado en formas de espiritualidad?

Una posible explicación a estas interrogantes pudiera provenir de un muy reciente campo de estudio llamado *Neuroteología*, también conocido como “neurociencia espiritual”.

Este novedoso campo se deriva de la neurología y trata de encontrar si existe alguna relación entre procesos químicos normales en el cerebro y las experiencias espirituales extremas, incluido el sentimiento de un contacto directo con Dios, experiencias extra corporales, contacto con ángeles o figuras religiosas, etc.

Es sabido en medicina que algunas personas que sufren de *epilepsia de lóbulo temporal* (el lóbulo temporal es una parte del cerebro localizada frente al lóbulo occipital, aproximadamente detrás de cada sien) reportan en sus ataques sensaciones de índole espiritual como el contacto con ángeles, dioses y otras experiencias religiosas similares a las que reportan los chamanes o guías espirituales en trance. El conjunto de estas experiencias es conocido como el síndrome Geschwind.

Basados en este precepto y gracias al avance en los equipos médicos para el estudio del cerebro como los equipos de fMRi (siglas en inglés para Resonancia Magnética Funcional) se han conducido varios experimentos para analizar la teoría de que el sentimiento de espiritualidad proviene de reacciones normales en el cerebro.

De estos experimentos dos se destacan, el primero es el del investigador de neurociencia cognitiva Michael Persinger, quien diseñó un aparato en forma de casco que estimula el campo magnético de las zonas de los lóbulos temporales del cerebro, el resultado del uso de este casco es que muchos voluntarios reportan experiencias de tipo espirituales como sentir la presencia de un ser divino o de estados de consciencia elevada, a este aparato la prensa le apodó como el "casco de Dios" (Ilustración 25)



Ilustración 25: El "casco de dios", invento para hacer a un paciente percibir contactos espirituales dando impulsos eléctricos a zonas específicas del cerebro.

Otro experimento usando la tecnología fMRi es el de observar como algunas zonas del cerebro se activan en personas que se encuentran en estados de meditación o de rezo profundo pero no en personas que simplemente se encuentran relajadas, dejando entrever que el cerebro tiene un papel primordial en estos estados. Una variación de este experimento se hace con una técnica conocida como *Respuesta Galvánica en la Piel* (o GSR por sus siglas en inglés) donde se juntan los resultados de las mediciones de fMRi con los de sensores en la piel que miden respuestas emocionales (similares a los sensores de los detectores de mentiras).

Del lado de la Neuroteología también existen los estudios publicados en el año 2005 por el genetista Dean Hamer que publicó el libro "El gen de Dios", donde destaca una serie de estudios que

señalan que un gen específico, el VMAT2, predispone a los seres humanos a sentir experiencias espirituales o místicas.

La Neuroteología sigue siendo un campo muy nuevo (también lo son algunos otros como la Neurofilosofía o la Neurosicología) y hasta el momento todos los estudios y experimentos como el "casco de Dios", la relación del GSR con la epilepsia, el gen VMAT2 o la droga DMT vista en secciones anteriores se mantienen al margen de la especulación y en espera de futura comprobación o desaprobación por la comunidad científica, sobre en del campo de la neurología.

Para quienes dedican sus estudios a la Neuroteología, la falta de aceptación del campo no es directamente una negación de la veracidad del mismo, pues muchos aluden a que es posible que las tecnologías actuales sean muy limitantes en encontrar una respuesta entre la conexión de las actividades del cerebro y la espiritualidad, y que todo es simplemente cuestión de tiempo. Queda por verse, pero de consolidarse en un futuro la Neuroteología como un campo bien fundado de la misma manera que lo es la Neurología hoy día, podría ofrecer una respuesta a cuáles son los mecanismos en el cerebro que hacen que un ser humano crea en asuntos espirituales como fantasmas, experiencias extra corporales, ángeles o incluso el sentimiento de que existe Dios. Lo que no podría explicar este campo sería la necesidad evolutiva para que el cerebro desarrollara esos mecanismos, pues ciertamente estarían ahí por una necesidad evolutiva de la misma manera que existen los otros mecanismos del cerebro.

¿Considerando todo lo anterior, pudiera ser entonces que creer en Dios resulte ser algo dictado simplemente por nuestro cerebro o algún químico en nuestro cuerpo creado por alguna necesidad evolutiva para sobrevivir mejor? Esto queda aún por definirse, y aunque la Neuroteología es un campo muy reciente ya hay quienes señalan –convenientemente a sus creencias- que de probarse cierta esto solo reflejaría que en el cerebro existe un medio de comunicación directa con lo divino. Ni siquiera estos nuevos campos parecen estar exentos de la antigua batalla entre creyentes y escépticos.

Lo malo de las cosas malas

Intento no convertir este último capítulo en una discusión filosófica o pseudo-científica del funcionamiento de la física de la realidad, sin embargo es de ese tipo de pensamiento que surgió la idea original hace unos 10 años atrás para escribir este libro: somos un universo.

La idea surgió originalmente para darle explicación a una de las cosas más difíciles en la vida de cualquier persona consciente: entender porqué las cosas malas suceden. Ante esto la premisa es que un ser humano es tan complejo como un universo entero.

Existen más átomos en nuestro cuerpo que estrellas en el universo, trillones de bacterias, hongos y virus viven en nuestro cuerpo, una enorme cantidad de células de todo tipo regulan el funcionamiento de nuestro cuerpo sin nosotros darnos cuenta (por ejemplo las células marcapaso del corazón que regulan el ritmo de los latidos).En nuestro cuerpo se libran todo el tiempo batallas campales entre nuestro sistema inmunológico y los virus que tratan de enfermarnos y nuestro cerebro sabe mucho más de cómo funciona nuestro cuerpo que nosotros mismos que somos los dueños de nuestros cerebros. Esto implica un enorme grado de complejidad que increíblemente pasa generalmente desapercibida.

Aparte del ámbito biológico también somos igualmente complicados socialmente y creamos inmensas redes de conexiones sociales. Procesamos enormes cantidades de información de nuestro ambiente y mucha de esta la procesamos incluso sin darnos cuenta en estados del subconsciente, en sueños nocturnos y hasta en manifestaciones artísticas.

Por toda esta complejidad es que cada uno de nosotros es tan complicado como un universo.

Entonces ¿puede existir algo capaz de procesar, entender y manipular toda la información de todas las cosas y de todos los seres del universo?

Más me parece que si este algo existe (llamado Dios omnipotente/omnipresente en el sentido popular) debería de funcionar similar a nosotros mismos, bajo la premisa de que si somos increíblemente complejos entonces ese ente debe al menos de serlo también, y aun así este ser debe ser funcional, pensante y con voluntad propia, justo como lo somos nosotros, por

tanto dicho ente no podría ni estaría al tanto del funcionamiento de cada uno de sus componentes o creaciones así como no estamos nosotros los humanos al tanto de cuando muere una célula ósea, de la posición de los átomos de las uñas de los pies o del comportamiento de los millones de microorganismos que viven con nosotros.

Esta sería -a mi parecer- la única explicación válida sobre la naturaleza de la injusticia al azar en el mundo, suponiendo que tal ser supremo exista.

Por otro lado si el origen de la injusticia no proviene de la complejidad, ni de un ser con cachos y tridentes, ni de una causal de la física en el universo o la ignorancia de un ser supremo, ciertamente proviene de la mala suerte, de las probabilidades de que suceda y sobre todo de la naturaleza misma del ser humano. Esta es una realidad que no es más extraña que la fantasía, sino simplemente más difícil de aceptar por motivos meramente humanos.

Aunque otra explicación es claro decir que este ser supremo simplemente no existe, que el aparente diseño del universo es una ilusión creada sin propósito y que la injusticia en el mundo es algo que corre paralelo al mismo acto de estar vivo en un universo caótico y cruel fanático del azar. Esto resuena a la Ley de la Entropía, ya que el amor es un sentimiento que construye y organiza cosas (baja entropía), pero el odio y la injusticia son unos que destruyen y desordenan (alta entropía), y como ya sabemos el universo tiende al desorden.

Esta posición sobre lo divino, sobre Dios, ciertamente no debe ser la suya solo porque yo lo digo, ni porque lo diga alguien más. Hay muchas corrientes religiosas con todo tipo de ideas sobre Dios, el propósito de la vida y el universo, si alguien decide creer en algo sobrenatural al menos debería ser una decisión pensada y no impuesta a la medida de sus problemas.

Esta idea de que “somos un universo” proviene de una interpretación de la complejidad de los seres humanos y su realidad, no es una propuesta teológica, por lo que espero no se confunda con algunas filosofías teológicas como la *Teología Procesal*, en donde nosotros somos los constructores de la creación universal y Dios no tiene poder sobre los seres que la

construyen. Tampoco es una posición al estilo del *Panteísmo* en donde Dios ES el universo (algo muy similar al ateísmo por cierto), o su contraparte en el *Panenteísmo* donde Dios es la parte que anima el universo.

La realidad no es 42

"-¿Cuál es la respuesta definitiva a la pregunta última sobre la Vida, el Universo y Todo? *- La repuesta es: 42"*
Computadora Deep Thought, Guía del Autoestopista Galáctico - Douglas Adams

Douglas Adams era un escritor de ciencia ficción y un excelente narrador, en su obra *La Guía del Autoestopista Galáctico,* una supercomputadora llamada Pensamiento Profundo (Deep Thought en inglés) es creada para contestar:¿Cuál es la respuesta definitiva a la pregunta última sobre la Vida, el Universo y Todo? Le lleva a la computadora 7.5 millones de años procesar la respuesta, el resultado final: 42.

Según la computadora esa es la respuesta, lo que se desconoce es la pregunta.

En una de las series de radio sobre la misma obra Adams indica que "existe una teoría que dice que si alguien descubre exactamente para qué sirve el universo y por qué se encuentra allí, éste instantáneamente desaparece y se remplaza por algo más bizarro e inexplicable. Hay también otra teoría que dice que eso ya ha ocurrido."[48]

Ciertamente Douglas Adams tiene una manera muy creativa, jocosa e imaginativa de ver la realidad y el universo, pero el punto con su descabellada respuesta "42" que busco resaltar es que la verdad yace en hacer las preguntas adecuadas, aunque las respuestas puedan ser extrañas. El asunto es similar a estar profundamente dormido y que alguien nos despierte tirándonos un balde de agua, podemos explicar todo el proceso de dormir, despertar, el movimiento del balde y el agua pero la primera reacción de una persona sería gritar "por qué me despertaron?!", el problema yace en la pregunta, no en la respuesta.

Qué somos, de dónde venimos, cuándo somos y quiénes

somos, son algunas de estas preguntas para las que he planteado algunas posibles respuestas basadas en las mejores teorías que hoy la ciencia nos ofrece. Otras preguntas más filosofales como "¿por qué somos?" en el sentido hurgador del propósito de la vida, ó ¿por qué las cosas malas suceden? son preguntas consecuentes de las primeras que también he tratado de analizar objetivamente aunque en menor detalle.

Creo que un entendimiento del universo y los mecanismos de la naturaleza iluminados por la luz de la ciencia ayudaría enormemente a millones de personas a entender porqué las cosas son como son, incluyendo su misma vida. Esto en retorno ayudaría a subsanar incluso estados de incertidumbre o depresivos sobre todo aquellos causados por la falta de un entendimiento de la realidad.

La depresión es hoy en día la causa #1 de incapacitación en el mundo y afecta a unos 121 millones de personas[49], si el estudio del funcionamiento de la vida ayuda a subsanar algo de este plagado mal no veo lo malo en ello. Es difícil vivir en un mundo a oscuras y peor aún en uno sin respuestas claras, si estos entendimientos pueden ayudarnos a todos y sobre todo a aquellos que viven en depresiones, drogas o confundidos sobre su naturaleza, ¿por qué no intentarlo? Este proceso inquisitivo incluso nos ayuda a tener mejores tecnologías, medicinas y la tranquilidad de entender nuestra posición en el universo. El sentido o no sentido de nuestra efímera existencia puede revelarse para muchos en el intento.

Cierto, admito que llegar a un entendimiento total del funcionamiento del universo y del ser humano es una misión prácticamente imposible, debido principalmente a que son demasiadas cosas las que hay que estudiar y a que tenemos muy poco tiempo en nuestras vidas para hacerlo. Pero cuando recuerdo que somos y seremos muchos los humanos que viven y vivirán en este planeta, esa misión suena estadísticamente probable de resolver algún día. Después de todo aunque percibimos la vida como muchas cosas pasando en muy poco tiempo, somos y seremos muchas personas viviéndola *todo* el tiempo.

Aunque no lo sepamos todo, algo sobre nuestra realidad actual si es evidente, la realidad de las personas, la suya, la mía, la

de todos los 7 mil millones de colegas humanos que viven con nosotros es precisamente eso, una realidad humana y no única.

Nuestras vidas se adaptaron a percibir una pequeña parte de la realidad para poder sobrevivir, esta es la realidad que podemos ver, oír y sentir, la realidad donde podemos comunicarnos, movernos de día y dormir de noche, la realidad social donde hacemos nuestros amigos y familias y la realidad donde en nuestros ratos de esparcimiento hacemos arte y filosofamos de la vida en búsqueda de su significado.

Esta es la realidad humana, no la realidad de los peces, de las aves o de alguna forma de vida extraterrestre.

Hay cosas muy extrañas en el universo como el comportamiento cuántico del átomo, la desconocida energía oscura que expande el universo, el comportamiento del tiempo hacia adelante o atrás e incluso su mismo origen en un Big Bang misterioso. Pero estas cosas son extrañas para nosotros porque somos seres limitados en el entendimiento de cosas fuera de nuestro carácter evolutivo humano. Hacemos nuestro mejor esfuerzo con la ciencia que nos provee de las mejores teorías para explicarnos todo eso, y aún así el sentimiento es que de cosas "extrañas" como esas creamos nuestra realidad, así como un pez en un acuario nace y muere en su pecera sin saber que existen los océanos, los ríos y las cascadas, así nosotros vivimos en nuestro planeta, uno de muchos, sin saber completamente si hay algo más allí afuera de nuestras fronteras de percepción.

¿Debemos preocuparnos por saber cosas que no afectan nuestras vidas?

Mi respuesta es sí, claro que sí, aunque la respuesta que veo en la mayoría de la gente es no, y esa negativa la entiendo… a veces. Esta posición de la mayoría de la gente de no interesarse en temas como los de este libro (dichosamente usted no es uno de ellos) se basa en la falta de un propósito práctico en la búsqueda de la realidad.

Ideas como ¿para qué preocuparse si existen planetas hechos de diamante (los hay por cierto) en algún lugar del universo si estos no nos van a dar de comer? son opiniones válidas pues es claro que el planeta de diamante no le va a dar de comer a nadie, ni va a mandar a sus hijos a la escuela, no va a pagar sus tarjetas de crédito ni a pagarle unas vacaciones. La mayoría

de las personas tienen suficiente en qué pensar durante el día y arrastran grandes cargas emocionales como los problemas con la familia, su situación financiera, problemas de pareja y de la lucha constante de poder vivir dignamente; suponiendo que no lidien con otras cosas más terribles como el flagelo de las drogas, enfermedades o experiencias traumáticas.

Todos estos hechos son mucho más táctiles para las personas promedio ya que afectan directa y tangiblemente su realidad, y por ello es en estas cosas en las que piensan la mayoría del día. Esto lo comprendo aunque no lo comparto, esta peculiaridad del ser humano es la que lo define y la que también lo limita, pues como “42” lo principal es hacer las preguntas adecuadas. Si no preguntamos no podremos nunca entender nuestro lugar en el universo, es por medio de preguntas trascendentales que podemos no solo entender nuestra realidad, sino también cambiarla en grandes escalas como especie.

A la mayoría de las personas no les preocupa el problema de que una partícula del átomo esté en varios lugares al mismo tiempo o cosas similares, por las razones dichas anteriormente. Dichosamente todavía hay personas a las que sí les preocupa. Estas personas ayudan a las futuras generaciones a lograr entender y explotar esa propiedad de las partículas, y son estas nuevas generaciones quienes podrán hacer nuevos inventos con esa tecnología atómica como mejores naves espaciales, computadoras cuánticas, mejor tecnología de medicina, etc., eventualmente cambiando totalmente la manera en que las personas del futuro vivirán su vida así como nosotros cambiamos la nuestra y hoy vivimos una vida muy diferente a la de las personas que vivieron hace 500 años.

Esta vida diferente la tenemos porque nuestra consciencia humana y nuestra curiosidad intrínseca nos hizo preguntarnos cosas, es por esto que mi respuesta es sí, claro que sí, preguntemos qué, cómo, cuándo y por qué. Quizá en todo ello reside el propósito mismo de la vida…en existir para preguntarnos por qué existimos, un círculo vicioso que nunca se cierra, un propósito fractal, infinito como la raíz cuadrada de 2…o quizás no.

En nosotros mismos cae la responsabilidad de tratar de entender el universo y nuestra naturaleza. Es lamentable que ahora las generaciones sean más tecnómatas que humanistas

y prefieran estudiar –por gusto propio o por forzosa obligación- carreras de corto plazo que les den un trabajo rápidamente aunque esos trabajos no aporten nada al crecimiento humano. Aún así, de esas nuevas generaciones -que hoy no pueden maravillarse con ver los cielos totalmente estrellados por la noche pues las luces de las ciudades ya no las dejan ver- depende que algún día podamos ir a otros planetas y que se puedan resolver misterios actuales. Esto si se disponen a seguir estudiando los mecanismos de la realidad y continúan tratando de transformar lo “raro” que notamos hoy en lo “ordinario” y entendible de un futuro.

Recodemos no solo de qué estamos hechos o dónde somos, sino que todos somos copias de otras personas -de nuestros padres-, y que nuestros hijos son copias nuestras. Generalizando todos los seres humanos somos biológicamente iguales pero todas y cada una de las 100 mil millones de personas que han caminado en este mundo tienen una consciencia, un “alma”, diferente. Todas las personas viven una realidad diferente y todas ellas, las que ya murieron, las que están vivas hoy como usted mismo y las que vivirán en el futuro cuando nosotros muramos, todas, son un complejo pero hermoso universo en sí mismas.

Todos poseemos una enfermedad mortal que se llama estar vivo, es contagiosa, no tiene cura y algún día inevitablemente nos llevará a la muerte. Dichosamente esta es una enfermedad que vale la pena tener, pues nos enseña -si nos proponemos sacar el tiempo para pensarlo- qué es en realidad, la realidad.

NOTAS

1. Al año 2012 de acuerdo a la *Unión Internacional de Química Pura y Aplicada* (IUPAC por sus siglas en inglés) existen 118 elementos químicos, 114 reconocidos por la Unión y 112 oficialmente nombrados.

2. A este salto se le llama en inglés *Quantum Leap*. Curiosamente a principios de los años 90 se transmitió una serie de televisión del mismo nombre, algunos la recordarán si tienen la edad suficiente, en Latinoamérica se llamó *"El Hombre Cuántico"* y era sobre un personaje que luego de sufrir un accidente al entrar en un acelerador de partículas brincaba de cuerpo en cuerpo, similar a un electrón saltando órbitas.

3. Los electrones en realidad no giran estáticamente alrededor de un núcleo. El modelo atómico actual define a los electrones como una "nube" que rodea el núcleo donde se encuentran no en un lugar específico sino en diferentes niveles de probabilidad de encontrarse en un lugar determinado. Este tema se detalla en secciones posteriores.

4. Un acelerador de partículas es una máquina de forma circular (aunque puede ser lineal pero es menos común), una especie de túnel mecánico gigante donde se disparan partículas en sentidos contrarios, se aceleran girándolas por medio de electromagnetismo y se colisionan entre sí a enormes velocidades para descubrir cuáles son los componentes de esas partículas. Imagine por ejemplo a un niño que trata de ver de qué está hecho un juguete y toma otro juguete usándolo como un martillo y destruye el juguete en pequeños pedazos, todo para descubrir los pequeños tornillos y resortes que hacían el juguete, algo similar hace un acelerador de partículas, destroza partículas unas contra otras para ver qué cosas (otras partículas) salen volando de los golpes.

5. Imagine que algún día alguien descubre como neutralizar, convertir o remover las partículas Gluones de un objeto -digamos una persona-, como estas partículas son las responsables de la fuerza que mantiene el núcleo del átomo junto al removerlas haría que los objetos se pulverizaran o se desintegraran, y así esta persona estaría inventando el arma más mortal y destructiva del mundo, similar al rayo láser desintegrador de algunas películas

de ciencia ficción y de fábulas como Marvin el Marciano.

6. La partícula de Higgs sigue siendo una partícula teórica, predicha por los cálculos del modelo atómico. Por predicha se entiende que se espera que exista con propiedades específicas para que balancee correctamente el modelo atómico, es como tener uno de esos juegos de niños donde en una tabla hay espacios vacíos donde caben un círculo, un cubo y una estrella, en el modelo atómico hay un círculo y un cubo dentro de sus respectivos huecos, pero el hueco de la estrella está vacío y aunque no veamos la estrella se sabe que en el hueco lo que cabe es una estrella.

7. Nota a Marzo del 2013: En Julio del 2012 CERN y sus aceleradores CMS y ATLAS revelaron que habían encontrado una partícula "muy similar" al Bosón de Higgs. Este descubrimiento fue nombrado el hallazgo científico del 2012 en física y al cierre de esta edición aunque oficialmente no se le conoce como el Bosón Higgs predicho, se cree muy certeramente que las propiedades de la nueva partícula corresponden al Higgs. Las posibilidades de que la partícula descubierta no sea el Higgs son prácticamente nulas.

8. Obviando los detalles de cómo un elemento puede generar otro esta nucleosíntesis del Big Bang radica en la propiedad de que los neutrones pueden reaccionar con positrones o electrones neutrinos para crear protones y otras partículas en reacciones de tipo:

$n + e^{+} \leftrightarrow v_{e} + p$

$n + v_{e} \leftrightarrow p + e^{-}$

Las teorías cosmológicas actuales indican que cuando el universo tenía apenas unos minutos de formado estaba lleno de un gas caliente casi uniforme compuesto por un 75% de hidrógeno 23 % de helio y por cantidades pequeñas de deuterio y litio, es decir por los átomos más sencillos de la tabla periódica.[2]

9. En Julio del año 2011 astrónomos de la NASA reportaron el descubrimiento de una enorme reserva de agua, la más grande conocida en el universo. Se trata de una cantidad equivalente a 140 millones de millones de veces la cantidad de agua de los océanos de la Tierra[49]. Es sabido que algunas lunas de Saturno y Júpiter tienen agua en sus profundidades por lo que son buenas

candidatas para la existencia de formas de vida.
Algunos importantes proyectos actuales de la NASA sobre este tema son el proyecto AMES que busca vida en el espacio exterior, el robot rover *Curiosity* que se encuentra en Marte con este propósito (que ya ha descubierto que Marte tuvo condiciones favorables para sostener vida en el pasado) y la sonda espacial Kepler que busca planetas y exo-planetas similares a la Tierra que puedan albergar formas de vida.

10. El término Panspermia fue acuñado hace 100 años por Svante Arrhenius un químico sueco y significa “semillas por doquier”.

11. “Humanos racionales” entendido en el sentido de que son seres conscientes de sí mismos y pensantes sobre ello. En el capítulo 4 adentraremos sobre el tema del surgimiento de la consciencia en los seres humanos.

12. Al momento de esta publicación un experimento entre el acelerador de partículas de CERN en Suiza y el laboratorio Gran Sasso en Italia (una colaboración llamada OPERA) ha reportado que partículas neutrinos se han disparado entre ambos laboratorios (atravesando montañas y roca sólida pues los neutrinos por su interacción atraviesan materiales sólidos) a una velocidad mayor a la velocidad de la luz convirtiéndolos técnicamente en neutrinos superluminales.
Esto es algo que contradice la teoría de la relatividad de Einstein donde nada viaja más rápido que la velocidad de la luz, menos aún un neutrino que posee masa y por tanto no puede quebrantar la velocidad de la luz para respetar $E=MC^2$ y no ganar energía ni masa infinita. El experimento ha generado muchas dudas en la comunidad científica que argumenta fallos técnicos en la ejecución y análisis de los datos. El experimento se repitió en el 2012 bajo controles más estrictos y de momento (Diciembre del 2012) se acepta que los neutrinos no viajan más rápido que la velocidad de la luz.

13. Ciertamente las partículas virtuales deben su aparición a partir de un cambio energético. Aun así no es posible que la energía necesaria para su aparición se genere espontáneamente pues esto contradice Reglas de Conservación de la física, dicha energía es “prestada” del espacio vacío a donde luego se retorna. El espacio no es totalmente vacío, incluso tiene un pequeño

porcentaje de “energía oscura” de la cuál hablaremos en la sección de cosmología.

14. La notación científica ejemplificada en este libro es la usada en el sistema norteamericano, llamada escala corta. Algunos países hispanohablantes utilizan la escala larga y se refieren a 1 billón como un millón de millones o sea $1x10^{12}$

15. El gúgol es una cifra tan grande que inspiró a los creadores del famoso buscador de internet Google a nombrarlo de esa manera.

16. El modelo del Sistema Solar de 9 planetas cambió a 8 planetas en el año 2006, cuando Plutón fue degradado a la categoría de “planeta enano” por varias razones, incluyendo su pequeño tamaño, composición y órbita. En esta misma categoría se encuentran otros 40 planetas enanos que existen también en nuestro Sistema Solar[8].

17. Se ha incluido un pequeño extracto de esta famosa foto en una solapa del libro. No pongo la fotografía completa en este libro pues por cuestiones de espacio, colores y resolución solamente se vería un espacio negro con muchos puntos por todos lados, la resolución de la foto del Hubble es gigantesca y se aprecia solo al verla totalmente agrandada, algo imposible de hacer en este libro. Recomiendo la busque en internet, verla completa realmente vale la pena, la puede encontrar en www.hubblesite.org ó en http://es.wikipedia.org/wiki/Campo_Ultra_Profundo_del_Hubble

18. Buscar planetas similares al nuestro es la misión de la sonda Kepler lanzada por la NASA en Marzo del 2009 con un costo operativo de $600 millones. Al momento de este libro (Marzo del 2013) hay un total de 2740 planetas candidatos, de estos 351 son de tamaño similar a la Tierra. Más sorprendente es el dato que prácticamente todas las estrellas similares al Sol tienen planetas en su órbita, esto estima que la cantidad de planetas en el universo es tan enorme como la de estrellas.
Estos datos varían constantemente, para mantenerse actualizado puede visitar el sitio oficial en: kepler.nasa.gov

19. Para más información sobre el motor de plasma de Franklin Chang que se desarrolla en la altamente tecnificada Costa Rica, puede visitar la página oficial del proyecto en:
www.adastrarocket.com

20. Estas son llamadas popularmente las condiciones "Gold Delux" óptimas del universo. En inglés se le refiere también como una referencia en parodia a "Risitos de Oro" del cuento de los 3 Osos pues en inglés la niña se llama "Goldi Locks" que suena exactamente a "Gold Delux".

21. Materia (entendida para estos efectos como masa) y energía son lados "intercambiables" de una misma moneda. Algo formulado por Einstein en su famosa ecuación $E=MC^2$ la cual se describe con mayor detalle más adelante. De momento es importante comprender que el universo se compone de masa y energía, y que la suma de ambas debe totalizar un 100%.

22. Una explicación sobre como el universo puede crearse de la nada no es para nada sencilla -valga la retórica-, e involucra discutir muchos temas interrelacionados. La respuesta no es sencilla, lo cual no es de asombrarse al ser quizás la pregunta más difícil que cualquier ser consciente pueda hacerse.
Para los efectos de este libro me limito a presentar cortas explicaciones sobre el tema, sin embargo invito al lector más apasionado sobre este tema en específico a leer un excelente libro titulado "*Un universo de la nada: por qué hay algo en lugar de nada*" por Lawrence M. Krauss.

23. La sonda WMAP (siglas de Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) fue lanzada por la NASA en el 2001 y en el 2010 se recolectaron suficientes datos para tener una imagen de la radiación del fondo espacial de hace 13.7 billones de años cuando el universo apenas tenía unos 300 mil años de edad.
El sucesor de esta sonda, llamada la sonda Planck en honor al físico Max Planck, fue lanzada en 2009 y podría ofrecer más detalles sobre el Big Bang.
Como dato curioso en los televisores analógicos antiguos de antena cuando un canal no tenía señal se veía una imagen de estática gris con machas negras, alrededor del 1% de esa estática proviene de la radiación de microondas del fondo espacial, o sea que aún cuando no se veía nada en la tele estábamos viendo

parte del corazón del Big Bang. Con la nueva y popular televisión digital observar esa estática es cosa del pasado… irónicamente.

24. Este es el caso de los multiversos de membranas según la teoría de cuerdas, un tipo de multiversos que no detallé pero que es bueno anotar que esta teoría sobre el origen de los Big Bangs existe también.
Algunas teorías de múltiples universos proveen una elegante solución al problema de la causal del origen de nuestro universo en lo que llamamos el Big Bang. Sin embargo conceptual, científicamente y hasta filosóficamente hablando, presentan otro problema cuando se miran desde un ángulo reduccionista, pues uno bien pudiera pensar que si nuestro universo provino de otro universo entonces ¿de dónde provino ese otro universo?, sugiriendo pues de otro universo que provino de otro universo y así consecutivamente "*ad infinitum*". Una posible manera de evitar el problema del infinito es aceptar el origen de cualquier universo de alguna manera que no requiera de un previo universo que lo cree, de momento he expuesto algunas teorías y hasta libros de referencia al respecto del posible origen de un universo de la nada.

25. La cantidad de arreglos y combinaciones de partículas en un átomo son limitadas por el llamado *Principio de Exclusión de Pauli.* Este indica que los electrones en un átomo (de hecho aplica para cualquier fermion) no pueden tener los mismos 4 "números cuánticos" (nivel energético, número angular, número magnético y spin), esto limita a que en el átomo no existan 2 electrones idénticos e indistinguibles entre sí.

26. El espacio-tiempo es un concepto generalmente atribuido a Einstein aunque tiene sus raíces desde la época de Newton. Einstein trabajó su Teoría de Relatividad General basándose en fundamentos de un profesor suyo, el matemático Hermann Minkowski, dichos fundamentos agregaron eventualmente el espacio-tiempo en 4 dimensiones donde el tiempo se incluye como una de las coordenadas en las ecuaciones de relatividad de Einstein.

27. Para ser más precisos el calendario Gregoriano (llamado así por el papa que lo introdujo llamado Gregorio XIII en 1582) tiene 365.25 días, razón por la cual añadimos 1 día al calendario cada

4 años en los años bisiestos.

28. La *Teoría de la Relatividad Especial* y la *Teoría de la Relatividad General* (formuladas por Einstein en 1907 y 1916 correspondientemente) que se incluyen en este capítulo son temas extensos y complejos, productos de una mente brillante. Para aquellos de nosotros no tan capacitados en matemáticas -o en genialidad- como lo fue Einstein pueden parecer muy confusos si hacemos mención de todas las implicaciones de la teoría en asuntos como viajes espaciales, física cuántica y astronomía, así que en la medida de lo posible trataré de dar apenas una pincelada de los conceptos básicos sobre la relatividad, pues el objetivo final no es explicar estas teorías en detalle sino ofrecer una visión de qué es el tiempo desde un punto de vista científico.

29. La física cuántica permite un tipo de "simetría del tiempo reverso", donde eventos que suceden en un orden pueden suceder en el orden contrario, no ampliaré más sobre este tema al no verlo relevante por el momento.

30. La fórmula para la entropía es S=K*Log W, de esta se parte hacia la Segunda Ley de la Termodinámica donde en sistemas cerrados la entropía siempre aumenta con el avance del tiempo, explicando el fenómeno de irreversibilidad en la naturaleza. En algunos sistemas la entropía puede no aumentar con el tiempo sino mantenerse igual, pero no disminuir.

31. Aunque bien pareciera que hay una armonía y orden en nuestro planeta o en la serenidad de hermosas y coloridas galaxias, es el reflejo de nuestra imperfecta percepción y de pequeños sectores con ordenada complejidad local que maximizan la entropía global en el vasto sistema cerrado (sin considerar teorías de Multiverso el nuestro no intercambia entropía con ningún otro) que es el universo. Aun si percibimos ciertos aspectos como en mayor orden, estos inevitablemente tienden al desorden, todo es cuestión de tiempo y de percepción. Podremos notar como en nuestro planeta hay huevos que irreversiblemente se quiebran sin rearmarse, pero de igual manera hay en todo el caos y desorden terrestre –lleno de volcanes activos, tormentas destructivas, terremotos devastadores, etc.- sectores de entropía muy baja: existen huevos sin romperse en la tierra, basta abrir el refrigerador para darse cuenta.

32. Este es apenas un corto repaso por termodinámica, entropía y astrofísica en los primeros instantes de vida de nuestro universo. Aun quedan por responderse interrogantes sobre esta singularidad, pues aunque hoy sabemos bastante sobre ella gracias a sondas como COBE, WMAP y recientemente PLANK, a figuraciones matemáticas de Teorías como la Inflacionaria y la mecánica cuántica, algunas siguen sin respuesta con consenso, una concerniente a entropía es: ¿por qué el Big Bang tenía tan baja entropía en primer lugar?

33. Algunos metafísicos y filósofos pueden debatir sobre si el tiempo -o incluso las matemáticas mismas- realmente existe o si es una creación de la mente humana. Evito ese debate deliberadamente para no caer en extensos párrafos sobre preguntas como si existiera el universo sin el tiempo, si las leyes que lo rigen son reales, sobre razonamientos antrópicos (no confundir con “entrópicos”) ni similares, pues de igual manera llegar a un consenso sobre este punto es lúdicro.

34. Dicho de paso -haciendo referencia a capítulos anteriores- cuando soñamos nuestra mente crea su propio espacio-tiempo pues el “lugar” donde suceden los acontecimientos en nuestros sueños no es un lugar físico en la tierra y por tanto se realizan en un espacio-tiempo imaginario diferente, donde las reglas de la imaginación rigen sobre las físicas establecidas.

35. Este ejemplo de la caja de zapatos es un mero “*gedanken experiment*” o “experimento mental” y es bastante diferente a como se forma en realidad un agujero negro. La teoría más aceptada es que estos se crean usualmente por un enorme colapso gravitacional que causan ciertas estrellas cuando mueren.

36. El área es medida en unidades Planck (en honor al físico Max Planck uno de los fundadores de la teoría cuántica), que en física es la menor área posible que puede existir y contener algún constituyente.

1 área Planck = 2.61209×10^{-70} m

37. La resonancia magnética usada en los equipos médicos modernos, incluyendo aquellos para estudiar el cerebro, detectar tumores o hacer ultrasonidos, se llamó originalmente Resonancia

Magnética Nuclear (NMRI por sus siglas en inglés), pues todos estos equipos trabajan explotando las propiedades magnéticas del núcleo de los átomos en el cuerpo. Este tipo de equipos son otro de los grandes aportes de la explotación de la física cuántica aplicada a la medicina.

38. La Sicología Evolutiva (o Sicología Evolucionaria) estudia cuales aspectos sicológicos y sus derivados como la memoria, percepción, lenguaje, etc, surgieron de adaptaciones evolutivas de nuestros antepasados. Por ejemplo, el si los hombres prefieren las mujeres jóvenes porque son más fértiles, siendo que eso era algo muy necesario para nuestros antepasados cavernícolas, pero adaptando que no debe copular con sus propias hijas para evitar una prole enfermiza, o cómo enterrar los muertos debe ser algo evolutivo -más que religioso-, pues dejar los cuerpos podrir fuera de las cavernas podría atraer animales peligrosos para el grupo.

39. El procesamiento de información cuántico para cómputo parte de modelos teóricos propuestos especialmente por R.Feynman y David Deutsch. Básicamente define un modelo de compuertas lógicas similar al binario (es decir de 2 bits) pero que utiliza un tercer estado posible para un bit en superposición (bit en estado enmarañado 0-1). Con este nuevo estado crea el “qubit” y el poder de procesamiento de datos se engrandece exponencialmente. Con solo unos cientos Qubits procesando datos se obtiene un modelo mucho más superior en computación sobre todo en procesos como factorización de números y simulación de modelos atómicos. El procesamiento de información cuántico es un nuevo campo en pleno desarrollo con aplicaciones en óptica, cómputo, encriptación, transporte y almacenamiento de datos. En principio estos nuevos modelos y aparatos podrían ofrecer en un corto plazo nuevas posibilidades para simular efectivamente modelos atómicos (aplicaciones en medicina y confección de nuevos materiales inteligentes), encriptación de datos (nuevos modelos de criptografía a nivel mundial), transmisión de datos (transmisión segura de datos a largas distancias) y cómputo (modelos de Inteligencia Artificial, súper procesamiento y nuevos algoritmos que resuelven problemas imposibles de resolver –en un tiempo aceptable- por las computadoras actuales).
Le invito a visitar mi sitio de internet www.Qomputation.com para conocer más sobre el tema de computación cuántica.

40. Casualmente el filósofo Descartes creía que en la glándula Pineal se creaban los pensamientos y el alma se conectaba con el cuerpo.

41. Grupos como SAND (www.ScienceAndNonDuality.com) (ilustración 15), que se autodefinen como grupos “que juntan prominentes científicos, filósofos, maestros espirituales y místicos para una exploración del nuevo paradigma emergente en la espiritualidad que está basado en la ciencia moderna y consistente con la sabiduría antigua de la no dualidad – el entendimiento profundo de la interconexión de la vida…”

42. Existe gran controversia sobre esta posición de que la consciencia humana define la realidad misma. Científicos, pseudo-científicos, guías espirituales, religiosos e incluso bien definidos “charlatanes” discuten sobre esta posibilidad, unos apelan a una mala interpretación de la física cuántica (una teoría de momento incompleta) mientras que otros ven en estas fisuras la realización de sus interpretaciones metafísicas existenciales.
La clave para la distinción final de este debate bien podría divisarse en un mejor entendimiento de la física cuántica, sin embargo mientras existan comportamientos “raros” e inexplicables dentro del átomo hemos de presentar ambas posiciones. De manera personal creo que –de momento- un punto intermedio entre ambas posiciones es necesario para motivar la búsqueda de un mayor conocimiento científico, y para no desestimar al ser humano como una pieza importante en el rompecabezas universal.

43. Con excepción del dedo gordo que nos ayuda a balancearnos. Hice la salvedad para usar el ejemplo.

44. Deliberadamente omito una enorme cantidad de detalles sobre el tema, como los relacionados con un ancestro común, ADN y otros. Hago todas estas salvedades por mantenerme sobre el tema clave del capítulo.

45. Temas sobre mascotas -sobre todo de perros- siempre atrae la atención de quienes poseen uno. La mayoría de sus dueños -en mi experiencia personal- se auto-definen como defensores de los animales y se encuentran en contra de la crueldad animal, aunque al parecer el rango de animales que cubre su posición contempla en su mayoría solo perros y gatos, pues casi ninguno

es vegetariano. Existen varias teorías de cómo el perro y los gatos terminaron siendo nuestras fieles mascotas (en gran parte porque ningún otro animal puede leer con tanta facilidad nuestras expresiones e intenciones). He presentado apenas una de las teorías sobre su domesticación, otra indica lo contrario: que fueron los perros quienes nos domesticaron a nosotros (ver: http://news.nationalgeographic.com/news/2013/03/130302-dog-domestic-evolution-science-wolf-wolves-human/). El punto a recalcar con este apartado es que es evidente como los animales pueden cambiar dramáticamente por medios de Selección Artificial en solo pocas generaciones.

46. Los virus, bacterias y hongos son la especie viva predominante en el planeta, han estado desde el principio del origen de la vida y lo estarán hasta el fin de la Tierra por su increíble facilidad de adaptarse a los ambientes más hostiles. Solamente en el mar hay unos 5 millones de bacterias y unos 50 millones de virus por cada cucharada de agua marina, para un gran total de unos 10^{30} micro organismos en el mar, los cuales son responsables por alrededor del 90% de la biomasa oceánica y producen la mitad del oxígeno de la atmósfera. Si se pudieran pesar juntos, pesarían lo mismo que unos 240 mil millones de elefantes.

47. Esta es una posible respuesta a lo que es conocido como “La Pregunta de Fermi: *¿dónde están los extraterrestres?*”. En este supuesto ninguna otra civilización de otro planeta ha hecho contacto a pesar de que han tenido el tiempo suficiente para teóricamente hacerlo –según los cálculos de Fermi- porque cuando las civilizaciones alcanzan un nivel avanzado de desarrollo terminan eventualmente degradándolo y aniquilándose ellas mismas antes de lograr contactar especies de otros planetas lejanos.

REFERENCIAS

1: www.prb.com , Population Reference Bureau

2. Brian Greene - The Elegant Universe – Página 349

3: Nature Journal, 2011; DOI: 10.1038/nature10542

4: Documental Nat Geo: Formation of a Planet, Min 20.

5: Martin Hanczyc -TED Salon, London. Spring 2011 | New Scientist Magazine, March 5 2011

6: Lee, K. C. et al. Science 334, 1253–1256 (2011).

7: Entrevista del programa Exploration junto con Brian Greene, December 26th, 2006

8: Two resolutions that collectively revoked Pluto's planetary status, resolutions 5A and 6A., www.iau.org , International Astronomical Union (IAU), August 24, 2006

9: Carl Sagan, 1994 book, Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space

10: Brandon Carter, (Davies, 1984, p. 242.)

11: Lawrence Krauss: "A Universe From Nothing" conference at The Richard Dawkins Foundation for Reason and Science, Youtube.com/0ZiXC8Yh4T0

12: Lunine, J. I. (2009), "Titan as an analog of Earth's past and future", European Physical Journal Conferences1: 267–274, Bibcode2009EPJWC...1..267L, DOI:10.1140/epjconf/e2009-00926-7

13 http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_creation_myths

14: Stephen Hawking, A briefer history of time, chapter 8, page 52

15: Stephen Hawking, The Grand Design, page 207

16: Peter Schneider, Extragalactic Astronomy and Cosmology: An Introduction (Berlin; New York: Springer, 2006), p. 163 | Victor Stenger - The Fallacy of Fine Tuning, Chapter 11.4.

17: Into the Universe, Discovery Channel

18: Sean Carrol, Distant time and the hint of a multiverse At TEDxCaltech, January 2011

19: Brian Greene - The Fabric of the Cosmos - Space, Time, and the Texture of Reality, Page 173

20: Meditations on First Philosophy, René Descartes , 1641

21: Arthur C. Clarke, Ensayo: Hazards of Prophecy: TheFailure of Imagination'" in the collection Profiles of the Future: An Enquiry into the Limits of the Possible (1962, rev. 1973), pp. 14, 21,

22: New Scientist Magazine | March 5, 2011, page 32

23: David Chalmers (Director of the Centre for Consciousness at the Australian National University), "Facing Up to the Problem of Consciousness", Journal of Consciousness Studies 2 (3), 1995, pp. 200–219.

24: TheScienceNetwork.org : Take the Neuron Express for a brief tour of consciousness | with neuroscientist V.S. Ramachandran, Junio 2006

25: Consciousness in the Universe: Neuroscience, Quantum Space-Time Geometry and Orch OR Theory ,Roger Penrose, PhD, OM, FRS1, and Stuart Hameroff, MD2. Journal of Cosmology, 2011, Vol. 14.

26: TED Global | Daniel Wolpert: The real reason for brains , TED talk Julio 2011

27: DMT: The spirit Molecule – Rick Strassman 2001, Publisher : Part Street Press

28: AmitGoswami, Ph.D. Center for Quantum Activism, "A quantum view of God | amitgoswami.org

29: Libro God is not Dead, Amit Goswami, 2008

30: John Hagelin, Ph.D. Professor of Physics, Director of the Institute of Science, Technology and Public Policy at Maharishi University of Management | Youtube.com OrcWntw9juM | Post Documental "What the bleep do we know"

31: The Greatest Show on Earth: The Evidence for Evolution | 2009 book by British biologist Richard Dawkins

32: Wired Magazine, People Are Human-Bacteria Hybrid -Rowan Hooper, 10.11.04

33: Discover Magazine: Your Body Is a Planet by Josie Glausiusz, From the June 2007 issue; published online June 19, 2007

34: Discover Magazine December 2010 issue; published online January 24, 2011 | Numbers Oceans, From the Deep Currents to the Big Oxygen Generators by Jeremy Jacquot, http://www.ia.ucsb.edu/pa/display.aspx?pkey=2546 |

http://www.coml.org/projects/international-census-marine-microbes-icomm , |http://www.ia.ucsb.edu/pa/display.aspx?pkey=2546

35: New Scientist Magazine 2010-11-13 #2786, Page 40

36: Scientific American Magazine: Protozoa Could Be Controlling Your Brain, By ChristofKoch | May 17, 2011 |17

37:http://dailyparasite.blogspot.com/2011/11/ophiocordyceps-unilateralis.html , | http://www.biomedcentral.com/1472-6785/11/13/

38: Six degrees of separation , From Wikipedia.org, the free encyclopedia, *en.wikipedia.org/wiki/**Six_degrees_of_separation***

39: Malcolm Gladwell: The.Tipping Point, How Little Things Can Make a Big Difference

40: Malcolm Gladwell: The.Tipping Point, How Little Things Can Make a Big Difference

41: New Scientist Magazine, 2011_01_22, page 17

42: Bibb Latane – Universidad de Columbia, John Darley – Universidad de New York.

43: Alex Rosenberg - The Atheist's Guide to Reality, Enjoying Life without Illusions

44: The Folly of Fools: The Logic of Deceit and Self-Deception in Human Life: Robert Trivers, Basic Books; 1 edition (October 25, 2011)

45: www.randi.org | The JREF Million Dollar Paranormal Challenge

46: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_atheists

47: Michael Shermer – Why we believe, 1999 | Intellectual and Emotional Reasons to Believe

48: Douglas Adams - The Hitchhiker's Guide to the Galaxy |Fit the Seventh of the radio series, on Christmas Eve, 1978

49: Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) | www.who.int/mental_health/management/depression/definition/en/



“A través de descripciones de descubrimientos de punta en la ciencia, el autor nos enseña que hay belleza en el conocimiento, una belleza extraña y poética que impacta en el concepto de quienes somos y cómo percibimos el mundo.” -Santiago Núñez

Novedosos descubrimientos y teorías científicas sugieren que nuestra percepción de todo lo que está a nuestro alrededor es sumamente limitada, y que los mecanismos fundamentales con los que funciona el universo, el mundo y nosotros mismos son más extraños que la ficción.

¿Qué es la "Partícula de Dios"? ¿Son los viajes en el tiempo realmente posibles? ¿Es morir el fin de nuestras vidas, o solo el fin de la que vivimos en *este* universo? ¿Es cierto que el 99% de las células de nuestro cuerpo no son humanas? ¿Qué es la física cuántica y por qué es extremadamente "rara"?
Estas son algunas de las preguntas que entraña este libro, cargado de lo más novedoso en muchos campos científicos. Su lectura no solo le hará cuestionarse el concepto de la realidad, sino que le enriquecerá de un conocimiento que proviene de las máquinas más extrañas, caras y complejas jamás construidas, y de las mentes más brillantes que han existido hasta el momento. - *Qomputation.com*

ISBN: 978-9968-673-69-3





El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones recomienda la lectura de este libro